COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 DÉCEMBRE 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

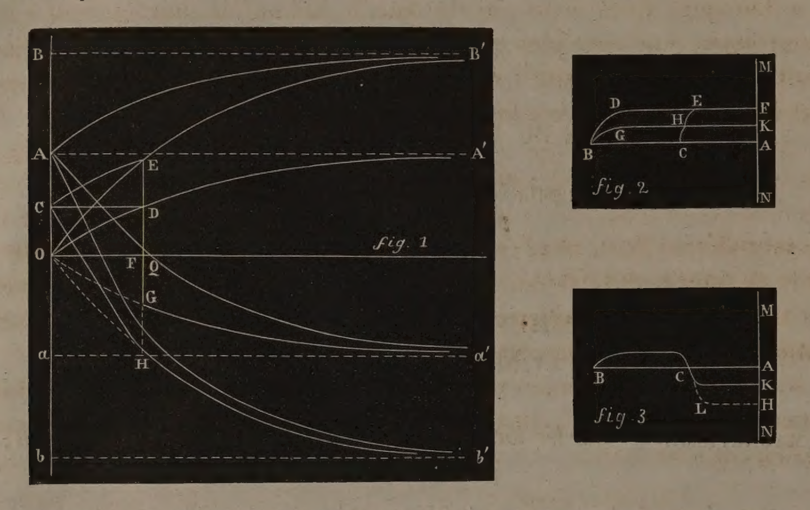
MAGNÉTISME. — *Sur les lois de l'aimantation de l'acier par les courants;* par M. J. JAMIN.

« J'ai montré, dans mes précédents Mémoires, qu'on peut mesurer le magnétisme libre, en divers points d'un aimant, par la racine carrée de la force qui est nécessaire pour arracher un petit contact de fer de 1 millimètre de section et de longueur indéfinie. J'ai fait voir, en outre, que si la barre d'acier est peu longue et suffisamment épaisse, elle constitue un aimant *normal*, c'est-à-dire que la distribution magnétique est figurée par les ordonnées d'une droite passant par le milieu et faisant avec l'axe un angle α plus ou moins grand suivant la qualité de l'acier; de telle sorte qu'il suffit d'avoir la quantité magnétique à l'extrémité, c'est-à-dire la racine carrée de la force d'arrachement f, pour connaître l'état de tous les points du barreau. Je vais maintenant chercher comment varie $\sqrt{f}$ quand on aimante l'acier avec des courants d'intensité croissante.

» Les barres que j'ai examinées proviennent des forges d'Allevard. Elles ont 300 millimètres de longueur, 12 d'épaisseur et 30 de largeur; elles réalisent des aimants normaux. Je les aimante en les plongeant dans des

bobines qui les enveloppent entièrement. La force d'arrachement à l'extrémité est mesurée à la manière ordinaire et exprimée en grammes.

» I. Pendant le passage du courant dans la bobine, la barre prend une forte aimantation, que j'appellerai *totale*. Soit $x+y$ la racine carrée de la force d'arrachement. Après l'ouverture du circuit, il ne reste qu'un faible résidu, l'aimantation *permanente*, que je représenterai par x; enfin je nommerai magnétisme *temporaire* y la différence entre les deux aimantations totale et permanente.



» Considérons d'abord le cas où la barre, vierge de toute aimantation antérieure, est soumise à l'action d'un courant d'intensité i progressivement croissant. Tant que dure ce courant, l'aimantation totale $x+y$ croît avec i, comme dans les électro-aimants, jusqu'à une limite $\sqrt{F}$ pour $i=\infty$; elle peut être représentée par la formule suivante :

$$(1)\qquad x+y=\frac{\sqrt{F}}{90^\circ}\operatorname{arc\,tang}\frac{i}{a},$$

a étant une constante que l'expérience détermine. Cette formule montre que $x+y$ augmente avec i, et que, pour $i=\infty$, l'arc devenant égal à 90 degrés, $x+y$ prend sa valeur maxima $\sqrt{F}$. La courbe $x+y$ est représentée par AB' (*fig.* 1); elle a une asymptote BB' parallèle à l'axe des i à une distance $\sqrt{F}$. La formule (1) peut s'écrire

$$(2)\qquad i=a\operatorname{tang}\frac{90^\circ}{\sqrt{F}}(x+y).$$

F, qui est la force d'arrachement quand la pile est formée par un grand nombre d'éléments, est donnée par l'expérience. On peut vérifier la formule (2), soit en calculant pour chaque couple de valeurs de i et de $x+y$ le coefficient a qui doit être constant, soit en donnant à a une valeur moyenne et en calculant celle de i, qui doit reproduire les nombres donnés par l'expérience. Les tableaux suivants ne laissent aucun doute sur cette vérification, faite avec deux aciers qui étaient désignés par les lettres A et D, le premier doux, le deuxième assez dur.

» Lorsque, après avoir circulé dans la bobine, le courant vient à être interrompu, il ne reste plus que l'aimantation permanente x; mais celle-ci croît aussi avec l'intensité i du courant antérieur; elle peut également se représenter par les mêmes formules

$$x = \frac{\sqrt{F_1}}{90^\circ} \operatorname{arc\,tang} \frac{i}{a_1}, \quad i = a_1 \operatorname{tang} \frac{90^\circ}{\sqrt{F_1}} x.$$

a_1 est différent de a, et $\sqrt{F_1}$ est plus petit que $\sqrt{F}$. La courbe des valeurs de x est représentée par OA'; elle admet également une asymptote parallèle à l'axe des i et à une distance $\sqrt{F_1}$. Le même tableau de nombres justifie cette deuxième formule comme dans le cas précédent.

» Quant à l'aimantation transitoire y, elle est représentée par la différence entre $x+y$ et y; elle est égale à la distance des deux courbes et croît également avec i.

	Aimantation totale.						*Aimantation permanente.*					
	Acier A.			Acier D.			Acier A.			Acier D.		
i observé.	$x+y$	i calculé.	a	$x+y$	i calculé.	a	x	i calculé.	a	x	i calculé.	a
0,000	0	0	»	0	0	»	0	0	»	0	0	»
0,048	6,9	0,059	0,122	5,4	0,053	0,148	1,1	0,044	0,224	1,6	0,049	0,254
0,083	9,5	0,083	0,151	9,1	0,098	0,137	2,0	0,078	0,222	2,6	0,082	0,265
0,141	13,7	0,138	0,154	12,0	0,138	0,169	3,0	0,133	0,218	3,9	0,129	0,286
0,186	15,8	0,174	0,162	14,4	0,178	0,172	4,0	0,109	0,185	5,0	0,172	0,281
0,231	17,6	0,212	0,164	16,0	0,221	0,171	4,4	0,230	0,205	6,0	0,222	0,273
0,278	19,5	0,267	0,158	17,3	0,262	0,176	4,9	0,280	0,203	6,6	0,273	0,267
0,359	21,4	0,345	0,158	19,2	0,319	0,186	5,7	0,395	0,186	7,9	0,346	0,272
0,510	23,9	0,528	0,146	21,9	0,564	0,149	6,4	0,573	0,182	9,6	0,545	0,234
0,578	»	»	»	22,7	0,573	0,167	»	»	»	10,0	0,618	0,245
0,727	»	»	»	23,7	0,748	0,165	»	»	»	10,6	0,761	0,250
		$a =$	0,151		$a =$	0,165		$a =$	0,202		$a =$	0,262
		$\sqrt{F} = 29,0$			$\sqrt{F} = 26,0$			$\sqrt{F_1} = 8,2$			$\sqrt{F_1} = 13,4$	

» II. Le cas que je viens d'étudier, celui d'un acier primitivement vierge, est le plus simple de tous. Une fois qu'il a subi l'action du

courant, le barreau garde un magnétisme que des courants ultérieurs peuvent modifier, mais non détruire. Cherchons les lois de ces modifications, d'abord pour un courant du même sens que celui qui a donné la première aimantation. Supposons que l'intensité du courant primitif soit $i = \text{OF}$, qu'il ait produit un magnétisme total $\text{EF} = x + y$ et laissé une aimantation permanente $x = \text{DF}$, que j'appellerai A.

» L'intensité du courant qu'on fait agir ensuite, croissant de i à OF, détermine une augmentation du magnétisme représentée par la courbe CE, et l'expérience prouve que cette addition est justement égale au magnétisme transitoire y qui a été développé, dans le cas précédent, pour l'acier vierge, par la même intensité de courant; puis, lorsque ce courant a cessé, la barre se retrouve avec son magnétisme permanent $x = \text{DF}$, qui n'a pas changé, et qui est représenté par la droite CD.

» Lorsque l'intensité du courant atteint la valeur $i = \text{OF}$, la barre se retrouve dans le même état que si, étant vierge, elle avait subi l'effet de ce même courant $i = \text{OF}$, et, l'intensité continuant à augmenter ensuite jusqu'à l'infini, les deux courbes de magnétismes total et transitoire se continuent suivant EB' et DA', comme dans le cas précédent.

» Dans le cas particulier ou l'aimantation primitive aurait été produite par un courant infini, l'aimantation permanente serait OA. Elle resterait égale à OA et représentée par la droite AA' après l'action d'un second courant de même sens, quelle que soit son intensité. Pour avoir l'aimantation totale, il faudrait ajouter y à l'ordonnée AA', et l'on aurait la courbe AB' rejoignant à l'infini l'asymptote BB'.

» En résumé, le magnétisme transitoire y est indépendant de l'état permanent. Il n'est fonction que de i et s'ajoute au magnétisme, quel qu'il soit, que la barre conserve après que le courant a cessé. Le deuxième tableau montre les valeurs de y après des états antérieurs très-divers qui sont inscrits en tête de chaque colonne pour $i = 0$. On trouvera des différences sensibles entre ces nombres; il ne faut pas les attribuer seulement à l'erreur des observations, mais probablement à une inexactitude de la loi elle-même, que je suis porté à ne considérer que comme approximative.

Acier E.

	Acier vierge.			Après une aimantation antérieure A.					
i obs.	$x+y$	x	y	$A+y$	y	$A+y$	y	$A+y$	y
0,000	0	0	0	9,5	0	10,4	0	12,4	0
0,048	4,0	0,9	3,1	12,3	2,8	13,1	2,7	14,4	2,0
0,085	6,0	1,8	4,2	13,8	4,3	14,4	4,0	16,9	3,7
0,141	9,4	2,9	6,5	15,5	6,0	16,1	5,7	17,5	5,0
0,186	12,0	4,0	8,0	16,1	6,8	17,1	6,7	18,4	6,0
0,231	14,0	4,9	9,1	17,4	7,9	17,8	7,4	18,9	6,5
0,278	15,8	5,8	10,0	18,4	8,9	18,4	8,0	19,8	7,4
0,359	18,2	7,1	11,1	19,6	10,1	19,7	9,3	20,7	8,3
0,510	21,3	9,4	11,9	21,4	11,9	21,2	10,8	21,6	10,2
0,578	»	»	»	22,1	12,6	22,0	11,6	23,4	11,0

» III. Supposons maintenant qu'après avoir donné, par un courant direct, une aimantation permanente $A = OA$, on dirige dans la bobine un courant croissant contraire, qui donnerait pour un acier vierge les deux courbes Oa' et Ob' symétriques de OA' et OB', on verra le magnétisme primitif diminuer d'abord, puis changer de signe. L'aimantation permanente sera figurée par la courbe AQa'. Pour $i = \infty$, elle sera devenue égale et contraire à OA'; elle sera tangente à la courbe Oa' qui représenterait l'aimantation inverse développée par le même courant si la barre était vierge. L'expérience prouve que, dans tous les cas, les ordonnées de AQa' sont représentées par $A - 2x = z$; de sorte que, si l'on retranche ces ordonnées z de A et qu'on divise la différence par 2, on retrouvera les valeurs de x. C'est ce que montre le troisième tableau.

Acier B.

	Première série. Acier vierge.			Deuxième série. Courant inverse.			
i observé.	$x+y$	x	y	z' $A-2x-y$	z $A-2x$	$z-z'$ y	$\frac{A-z}{2}$ x
0	0	0	0	+12,4	+12,4	0	0
0,048	5,8	1,6	3,8	+ 5,7	+ 8,6	2,9	1,9
0,083	8,3	2,5	6,4	0	+ 7,0	7,0	2,7
0,141	13,4	4,1	9,3	6,6	+ 4,2	10,8	4,5
0,186	15,7	5,2	10,5	11,4	+ 0,5	11,9	5,9
0,231	17,3	6,3	11,0	13,8	1,0	12,8	6,7
0,278	18,9	7,1	11,7	16,2	2,8	13,4	7,6
0,359	20,7	8,6	12,1	18,5	5,0	13,5	8,7
0,510	22,9	10,3	12,6	21,3	7,6	13,7	10,0
0,578	25,8	11,0	14,8	22,4	8,4	14,2	10,4
0,727	28,2	12,0	16,2	26,0	9,5	16,5	10,9

» Quant à l'aimantation totale z', elle est encore représentée par l'aimantation permanente $A - 2x$, diminuée de y, c'est-à-dire de ce que le courant ajoute à l'état primitif de la barre. La différence $z - z'$ des ordonnées des deux courbes est donc encore égale à y, comme le montre le tableau.

» Si l'aimantation primitive ou directe avait été seulement égale à OC ou à a, les deux courbes seraient encore $a - 2x$, et $a - 2x - y$ ou CG et CH, après quoi elles se continueraient par les lignes Ga', Hb', que les mêmes courants produiraient sur la barre vierge.

» IV. Avant d'aller plus loin, je chercherai à expliquer ces diverses lois par une hypothèse que j'ai déjà produite et que je vais développer.

» J'admets que le magnétisme n'est pas seulement répandu à la surface extérieure du barreau, mais que chaque point intérieur, jusqu'à une profondeur limite, est un pôle. Ainsi, sur la normale AB à la surface extérieure MN (*fig.* 2), tous les points ont une quantité de magnétisme libre proportionnelle aux ordonnées de la courbe DBEF, de façon que la force d'arrachement en A est proportionnelle à l'aire de cette courbe BEF.

» On ne peut, *a priori*, savoir comment varient les ordonnées de cette courbe. Nous supposerons qu'elles sont sensiblement égales en chaque point et décroissent brusquement en B, hypothèse dont les conséquences seront vérifiées par l'expérience.

» Pour une intensité i, l'aimantation pénétrera jusqu'à une profondeur $e = \text{AC}$, et la courbe CEF représentera la quantité totale de magnétisme, ou $x + y$; la couche e sera sursaturée pendant l'action de ce courant. Aussitôt qu'il cessera, la couche arrivera à la saturation permanente et se réduira à CHK, dont l'aire est x.

» Pour un courant i' plus puissant, l'aimantation atteindra l'épaisseur $e' = \text{BA}$, l'aimantation totale sera représentée par l'aire BDEF, qui se réduira par la rupture du circuit à BGHK.

» 1° Cette hypothèse explique d'abord la différence trop peu remarquée et absolument incomprise qui existe entre une aimantation totale, qui n'est maintenue que par le courant, et une aimantation permanente égale à la première, mais qui est stable. Il peut se faire, en effet, que l'aimantation totale CEF, produite par un courant faible, pénétrant à une profondeur e et dont les ordonnées sont grandes, soit égale en valeur absolue à l'aimantation permanente BCHK, restant après l'action d'un courant plus puissant, pénétrant à une grande profondeur e', mais ayant en chaque point une intensité moindre.

» 2° L'aimantation permanente après un courant i étant BCHK, l'action ultérieure d'un courant de même sens moindre que i, ou au plus égale à i, fera naître l'aimantation totale CEF; elle augmentera l'effet de l'aire HEFK, et c'est précisément l'aimantation transitoire y due à ce courant; cela aura lieu, quelle que soit la profondeur $e' =$ BCA à laquelle a pénétré l'aimantation première, c'est-à-dire quel que soit l'état primitif de la lame, pourvu que e' soit plus grande que e. L'action d'un courant i est donc indépendante de l'aimantation antérieure, comme nous l'avons expérimentalement montré.

» 3° Mais quand le courant i cessera de circuler, la couche d'épaisseur e cessera d'être sursaturée; on retrouvera la courbe BCHK, qui est l'aimantation permanente primitive.

» 4° Un courant direct i ayant développé l'aimantation permanente A = BCHK, on fait passer un autre courant inverse d'intensité moindre, ou i, qui agit à une profondeur moindre $e =$ AC. Il détruit d'abord tout le magnétisme qui existait dans cette couche, ou x; il le remplace par une couche égale et contraire CK (*fig.* 3), égale aussi à x; et enfin il y ajoute, pendant son action, l'aire CKLH ou y. De cette façon, le magnétisme total est devenu $A - 2x - y$, comme l'expérience l'a démontré.

» 5° Puis, si le courant cesse d'agir, l'aire GKLH disparaît, et il reste $A - 2x$, ce qui est encore conforme à l'expérience.

» 6° On voit avec quelle fidélité notre hypothèse représente les lois expérimentales de l'aimantation et qu'elle pouvait conduire à les découvrir.

» Voici maintenant d'autres conséquences de cette hypothèse. Il peut se faire que les deux courbes directe BC et inverse CK, qui sont superposées, aient une action égale; la lame sera neutre sous la double action de deux magnétismes contraires et égaux. Cela arrivait dans mes appareils, quand, après avoir aimanté les barreaux à saturation dans le sens direct, on faisait ensuite agir un courant inverse de 6 éléments. Si, dans cet état d'apparente neutralité, la lame est de nouveau soumise à un courant inverse moindre que i, elle prend un magnétisme temporaire GKLH et paraît négative, mais se retrouve à son état de neutralité première après le courant. Elle ne peut donc plus être aimantée inversement par un courant de 1 à 6 éléments, tandis que tout courant direct détruira une portion du magnétisme inverse et le remplacera par une aimantation directe. Il y aura trois couches superposées et une réaction dans le sens, positif ou direct.

» Je ne présente cependant ces hypothèses et ces lois expérimentales que comme un premier degré d'approximation. Il est aisé de voir, en effet,

que les valeurs de x et de y, déduites des expériences, ne sont pas rigoureusement égales entre elles; d'autre part, notre hypothèse admet que la couche magnétique a, dans toute sa profondeur, la même intensité en chaque point, ce qui est tout à fait invraisemblable. On n'a donc ici que des résultats moyens suffisants comme exactitude dans les cas que j'ai étudiés; mais il ne faudrait pas en pousser les conséquences jusqu'à 3 ou 4 couches magnétiques inverses superposées : on rencontrerait alors des perturbations sensibles, qu'une théorie mathématique seule peut expliquer. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Réponse à la Note lue par M.* Trécul, *dans la séance du* 8 *novembre;* par M. **Pasteur**.

« Ce n'est pas une Communication académique que M. Trécul a faite lundi dernier, c'est une sorte de réquisitoire dans lequel, sans apporter une seule observation originale, notre confrère se livre à une discussion de textes et épilogue sur des citations qu'il paraît ne pas comprendre ou qu'il ne comprend pas réellement. La clarté que je m'efforce d'apporter dans mes recherches et dans leur exposition se transforme, sous sa plume, en assertions « équivoques » et « ambiguës. » Il s'interroge sur ce que j'ai dit, sur ce que j'ai fait, sur ce que je ferai; il répond à ses doutes par des dissertations soupçonneuses ou des interprétations gratuites, et conclut que cette discussion fatigue tout le monde, comme si j'étais l'auteur de la reprise de cette discussion, parce que je suis venu lire à l'Académie, le mois dernier, le résumé de trois années de recherches assidues sur un des problèmes les plus difficiles et qui, depuis plusieurs siècles, défie les efforts de toutes les personnes qui se sont occupées de l'industrie de la bière.

» La faiblesse des arguments invoqués par M. Trécul est si grande que je ne prendrais pas la peine d'y répondre s'il ne s'agissait de deux des sujets les plus élevés de la philosophie naturelle, la question des générations dites *spontanées* et celle de la transformation des espèces. Si l'on n'y prend garde, cette hypothèse du transformisme introduira dans la science une foule d'erreurs, parce qu'elle dispense beaucoup de personnes d'observations approfondies.

» L'Académie sait ce que veulent MM. Fremy et Trécul : tous deux soutiennent l'une des formes de la génération spontanée; ils prétendent que les matières albuminoïdes peuvent s'organiser d'elles-mêmes en des

êtres nouveaux; mais ils n'ont produit jusqu'à ce jour, à l'appui de cette assertion, aucune expérience rigoureuse, tandis que j'ai démontré l'erreur de leur hypothèse par de nombreuses expériences, faites sur les liquides les plus altérables de l'économie, notamment avec le sang et l'urine pris à l'état naturel.

» On n'a pas oublié que, au cours de la discussion de 1872, comme M. Fremy parlait sans cesse de la fermentation du jus de raisin, dont les matières albuminoïdes devaient s'organiser suivant lui, au contact de l'air, en cellules de levûre alcoolique par la force vitale de leur hémi-organisation, j'ai posé à notre confrère cette question : « Reconnaîtriez-vous que » vous vous trompez, si je venais vous offrir du moût de raisin naturel, ex- » posé au contact de l'air pur, et vous démontrer qu'il est impropre à entrer » en fermentation alcoolique et à donner naissance à des cellules de levûre? » Quand je tenais publiquement ce langage à M. Fremy, je n'avais pas encore fait l'expérience dont je parle; mais c'est le propre des théories vraies de conduire logiquement à des déductions que l'expérience n'a plus qu'à contrôler. Depuis, j'ai fait cette expérience, et j'ai prouvé que le jus du raisin ne peut produire des cellules de levûre que par l'apport de poussières extérieures, naturellement existantes à la surface des grains et de la grappe. Mais j'ai tort de rappeler le nom de M. Fremy, puisque notre confrère garde le silence depuis l'année dernière. Néanmoins, il avait promis solennellement à l'Académie la lecture d'un grand Mémoire sur la fermentation, et les derniers mots qu'il ait publiés dans les *Comptes rendus* sont les suivants :

« Je prends l'engagement de démontrer avant peu, à tous les partisans de M. Pasteur, qu'il n'existe pas de cellules de ferment alcoolique dans des milieux gazeux où la fermentation alcoolique se produit facilement, et que, par conséquent, les ferments sont engendrés par l'organisme (séance du 11 novembre 1872, t. LXXV, p. 1172) ».

» Les ferments sont engendrés par l'organisme! Voilà la dernière assertion que M. Fremy a pris l'engagement de démontrer à tous les partisans de M. Pasteur, et ceux-ci attendent toujours.

» M. Trécul va plus loin encore que M. Fremy. Pour lui, les matières albuminoïdes donnent, par génération spontanée, des bactéries; celles-ci, des cellules de levûre lactique; celles-ci, des cellules de levûre de bière; ces dernières, à leur tour, du *Mycoderma vini* et du *Penicillium glaucum*, et probablement beaucoup d'autres espèces. Je soutiens, au contraire, que tous ces faits sont erronés, que ces transformations ne sont qu'hypothèses à

l'appui desquelles on ne peut citer que des faits confus, mal observés, entachés de causes d'erreurs qu'on n'a pas su dégager au milieu des difficultés inhérentes aux expériences.

» Voici comment M. Trécul croit établir que le *Penicillium glaucum* se transforme en cellules de levûre alcoolique. »

M. Pasteur expose de vive voix le dernier alinéa de la page 1169 du tome LXXV des *Comptes rendus* emprunté à une Note de M. Trécul; il complète le détail de la manipulation par des renseignements que M. Trécul a bien voulu lui fournir de vive voix ; ensuite, il fait ressortir les nombreuses causes d'erreur de ces observations. Toute la manipulation est faite au contact de l'air, et les spores du *Penicillium* sont prises sur des citrons moisis. Or il suffit d'observer au microscope les poussières de la surface d'un citron pour y reconnaître une multitude de spores et de cellules organisées, très-différentes souvent des spores de *Penicillium*. M. Pasteur décrit ensuite la méthode qu'il emploie pour démontrer le contraire de l'assertion de M. Trécul; toute la manipulation est faite à l'abri des poussières atmosphériques avec des spores de *Penicillium* qui a poussé dans l'air *pur;* enfin M. Pasteur décrit le moyen de répéter les observations de M. Trécul dans les mêmes conditions que ce dernier, c'est-à-dire en déposant des spores de *Penicillium* dans de petits flacons de moût de bière, mais avec la précaution d'opérer sur des spores parfaitement pures. Dans ce cas, on n'obtient jamais la transformation dont parle M. Trécul. Afin de mieux convaincre ce dernier, M. Pasteur a apporté à la séance de petits flacons semblables à ceux dont se sert M. Trécul, ensemencés avec des spores pures de *Penicillium* depuis mardi dernier; il prie M. Trécul de vouloir bien les accepter, de les observer à loisir, et il annonce que M. Trécul sera dans l'impossibilité d'y trouver la trace d'une transformation quelconque des spores semées en cellules de levûre. M. Pasteur offre en outre à M. Trécul un de ses ballons, où se trouve du *Penicillium* à l'état de pureté, et de petits flacons de moût non encore ensemencés, et il prie M. Trécul de vouloir bien répéter chez lui ses anciennes observations, avec ces éléments de travail; il l'assure que, cette fois, il reconnaîtra encore que la transformation des spores de *Penicillium* en levûre n'existe jamais dans les conditions où M. Trécul dit l'avoir observée.

M. Trécul, dit M. Pasteur, pourra s'assurer cependant qu'en déposant dans les flacons une quantité imperceptible de levûre de bière, la fermentation s'y établira promptement, avec développement des cellules de levûre ; enfin M. Trécul pourra s'assurer également que les spores de *Penicillium* y germent très-bien.

« Lorsque M. Trécul, continue M. Pasteur, aura achevé le petit travail que je sollicite de son dévouement à la connaissance de la vérité, je remettrai à M. Trécul, dans une de nos séances, les éléments d'un travail tout semblable sur le *Mycoderma vini*. En d'autres termes, j'apporterai à M. Trécul du *Mycoderma vini* parfaitement pur, avec lequel il pourra reproduire ses anciennes observations et reconnaître l'exactitude des faits que j'ai annoncés en dernier lieu. »

M. Pasteur termine ainsi : « Que l'Académie me permette une dernière réflexion. Il faut avouer que mes contradicteurs ont été vraiment bien malencontreux, de prendre occasion de ma lecture sur les maladies de la bière pour renouveler cette discussion. Comment n'ont-ils pas compris que mon procédé de fabrication de la bière inaltérable ne pourrait exister si le moût de bière pouvait donner au contact de l'air toutes les transformations qu'ils annoncent? Et puis, ce travail sur la bière, fondé tout entier sur la découverte et la connaissance des propriétés de quelques êtres microscopiques, est-ce qu'il n'est pas venu à la suite de mes études sur le vinaigre, sur les propriétés du *Mycoderma aceti*, sur le procédé nouveau d'acétification que j'ai fait connaître? Ce dernier travail n'a-t-il pas eu pour suite mes études sur les causes des maladies des vins et des moyens de les prévenir, toujours fondées sur la découverte et la connaissance d'êtres microscopiques non spontanés? Ces dernières recherches n'ont-elles pas été suivies de la découverte d'un moyen préventif de la maladie des vers à soie, déduit également de l'étude d'organismes microscopiques non spontanés?

» Est-ce que toutes les recherches auxquelles je me suis livré depuis dix-sept ans ne sont pas, malgré les efforts qu'elles m'ont coûtés, le produit des mêmes idées, des mêmes principes, poussés, par un travail incessant, dans des conséquences toujours nouvelles? La meilleure preuve qu'un observateur est dans la vérité, c'est la fécondité non interrompue de ses travaux. »

CHIMIE. — *Nouvelles remarques sur la nature des éléments chimiques* (1); par M. **Berthelot**.

« Je n'ai pas besoin de rappeler à l'Académie toute l'importance de la question agitée dans la dernière séance. Entre notre illustre maître, M. Du-

(1) Les exigences de la séance n'ont pas permis la lecture de ces Remarques. (*Note du Secrétaire perpétuel.*)

mas, et l'auteur de ces lignes, il ne saurait y avoir de dissentiment, ni sur les principes d'une science qu'il nous a enseignée, ni sur l'originalité de ses vues relatives aux éléments chimiques et aux rapports de ces éléments, soit entre eux, soit avec les radicaux organiques.

» C'est donc plutôt pour échapper au reproche d'une connaissance insuffisante de l'histoire de la Science que pour insister davantage que je lui demande la permission de reproduire ici la page 280 de ses *Leçons de Philosophie chimique*, passage qu'il a rapproché de mes propres remarques.

« Avant de bâtir avec quelque confiance un système sur ce terrain, dit M. Dumas, il faut qu'un grand nombre d'expériences précises soient venues l'éclairer. C'est ainsi qu'il serait de la plus haute importance d'étudier les corps composés sous le rapport de leurs capacités pour la chaleur; car il ne faut pas s'imaginer que la relation des chaleurs spécifiques aux poids d'atomes n'existe que pour les corps simples : elle se retrouve aussi dans les composés du même ordre. On aurait donc tort d'y chercher une preuve de la justesse de l'idée que nous nous faisons des corps qui nous paraissent élémentaires, et l'on peut dire que la capacité de leurs atomes chimiques tend vers l'égalité, parce que ce sont des corps du même ordre, et sans que la simplicité de leur composition en découle nécessairement. »

» M. Dumas cite à l'appui de ces opinions les expériences, récentes alors, de Naumann, sur les chaleurs spécifiques des carbonates de baryte, de strontiane, de chaux, de fer, de zinc et de magnésie, lesquelles, multipliées par les poids atomiques correspondants, donnent un produit constant, 131. De même les sulfates de baryte, de strontiane, de chaux, de plomb, fournissent le produit 155. « Pour les autres corps composés, » ajoute avec raison M. Dumas, nous manquons de données assez précises » pour nous permettre de faire de semblables comparaisons. »

» On voit qu'il ne s'agissait point encore, en 1836, d'une relation entre la chaleur spécifique des corps composés et celle de leurs éléments, mais uniquement entre les composés du même ordre; *a fortiori* la possibilité de distinguer un élément d'un corps composé en général par les chaleurs spécifiques était-elle expressément écartée.

» Les chaleurs spécifiques des corps composés étaient d'ailleurs peu connues. Cette lacune ne tarda pas à être comblée, pour de nombreuses séries, par les travaux de M. Regnault; mais M. Regnault, comme Naumann, se borna à rapprocher les chaleurs spécifiques des corps composés dont la constitution est semblable, sans chercher davantage à établir quelque rapprochement plus étendu. C'est M. Wœstyn, en 1848, qui signala le premier, je crois, la relation approximative entre la chaleur spéci-

fique atomique d'un corps composé et celle de ses composants : les relations partielles, découvertes par MM. Naumann et Regnault, deviennent une conséquence de cette loi plus générale.

» En l'appliquant à mon tour aux radicaux organiques, et spécialement aux carbures d'hydrogène, j'ai été conduit à mettre en évidence la différence qui distingue leurs chaleurs spécifiques de celles des éléments, soit pris individuellement, soit envisagés comme constituant un groupe de corps du même ordre. Les carbures de la série de l'éthylène, par exemple, sont des corps du même ordre, aussi analogues entre eux que les radicaux simples : calcium, baryum, strontium, fer, zinc, magnésium ; et il en est de même des combinaisons correspondantes formées par ces radicaux. Or, je le répète, les chaleurs spécifiques atomiques des radicaux simples ont la même valeur, et, cette valeur étant connue et mise en regard de leur poids atomique, la simplicité de leur composition en découle presque toujours nécessairement, comme je l'ai établi dans ma Note précédente ; tandis que les chaleurs spécifiques atomiques des radicaux composés sont à peu près multiples les unes des autres, et leur grandeur suffit pour établir la complexité des radicaux eux-mêmes.

» Les combinaisons du même ordre, formées par les radicaux simples, ont aussi toutes à peu près la même chaleur spécifique atomique, conformément aux observations de MM. Naumann et Regnault. Au contraire, les combinaisons du même ordre, formées par une série de radicaux composés analogues, offrent des chaleurs spécifiques qui tendent à s'accroître proportionnellement avec la variation même des poids atomiques : ce qui établit encore la complexité de ces radicaux, et ce qui est précisément le contraire des relations que l'on aurait pu concevoir entre les composés du même ordre, à l'époque des travaux de Naumann, sur l'identité des chaleurs spécifiques atomiques des carbonates et des sulfates.

» En résumé, l'étude des chaleurs spécifiques, telle que les travaux les plus récents l'ont mise en lumière, conduit à établir un caractère positif qui distingue, ce me semble, les corps simples de la Chimie présente de ses corps composés ; elle montre qu'aucun corps composé connu ne doit être réputé du même ordre qu'un corps simple actuel. L'importance d'un semblable caractère ne peut être révoquée en doute ; elle s'accroît en raison de la signification mécanique que les théories d'aujourd'hui attribuent à la notion des chaleurs spécifiques : c'est là ce que je me suis efforcé de mettre en évidence.

» Cependant, et je demande la permission d'y revenir encore, il ne faut

pas tirer d'une telle opposition entre les caractères physiques et mécaniques de nos corps simples et ceux de nos corps composés une conclusion exagérée. Si nos corps simples n'ont pas été décomposés jusqu'ici et ne paraissent pas devoir l'être par les forces qui sont aujourd'hui à la disposition des chimistes et dont ils ont tant de fois épuisé l'action sur leurs éléments, comme M. Dumas en a fait justement la remarque lors de sa discussion avec Despretz, pourtant rien n'oblige à affirmer qu'ils soient indécomposables, selon une autre manière que nos corps composés; par exemple, par les forces agissant dans les espaces célestes, comme le veut M. Lockyer; rien n'empêche non plus de supposer qu'une découverte, semblable à celle du courant voltaïque, permette aux chimistes de l'avenir de franchir les barrières qui nous sont imposées.

» L'identité fondamentale de la matière constitutive de nos éléments actuels et la possibilité de transmuter les uns dans les autres les corps réputés simples peuvent d'ailleurs être admises à titre d'hypothèses plus ou moins vraisemblables, sans qu'il en résulte la nécessité d'une matière unique, réellement existante, et telle que nos corps simples actuels en représentent les états inégaux de condensation. En effet, rien ne force à concevoir une décomposition finale qui tende nécessairement à ramener nos éléments actuels, soit à des éléments plus simples, ajoutés les uns aux autres pour former nos éléments actuels, soit aux multiples d'une même unité pondérale élémentaire. Les divers états d'équilibre, sous lesquels se manifeste la matière fondamentale pourraient offrir entre eux certaines relations générales, analogues à celles qui existent entre les valeurs multiples d'une même fonction. Dans cette hypothèse, un corps simple pourrait être détruit, sans être décomposé au sens ordinaire du mot. Au moment de sa destruction, il se transformerait subitement en un ou plusieurs autres corps simples, identiques ou analogues à nos éléments; mais les poids atomiques des nouveaux éléments pourraient n'offrir aucune relation simple avec le poids atomique de l'élément qui les aurait produits par sa métamorphose; le poids absolu demeurerait seul invariable dans la suite des transformations.

» Mais je ne veux pas insister davantage sur cette hypothèse d'une matière identique au fond, quoique multiforme en ses apparences, caractérisée dans chacune d'elles par un mode de mouvement particulier, telle enfin qu'aucune de ses manifestations ne puisse être définie comme le point de départ nécessaire de toutes les autres.

» Aussi bien serons-nous trop heureux si M. Lockyer, guidé par l'analyse spectrale des astres, parvient à jeter sur ces opinions une lumière nou-

velle, et s'il continue à approfondir les questions que M. Dumas agitait, il y a quarante ans, dans un ouvrage qui a tant concouru à notre éducation scientifique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur de nouveaux dérivés du butyle;* par M. A. Cahours.

« Ayant à ma disposition de l'alcool butylique de fermentation, dans un grand état de pureté, je me suis proposé de préparer certains radicaux organométalliques appartenant à cette série, dans le but d'en faire une étude comparative avec celle des composés correspondants des séries inférieures.

» Cette étude offre en outre un certain intérêt en raison des anomalies que présente cet alcool qui, quoique primaire, est bien différent de l'alcool butylique normal, le véritable homologue des alcools méthylique, éthylique et propylique. Ce produit présente, comme on sait, un point d'ébullition, inférieur de quelques degrés à celui que lui assigne la théorie, et ces différences se retrouvent dans les quelques éthers qu'on en a fait dériver.

» Tout récemment, en outre, MM. Is. Pierre et Puchot, dans un travail intéressant, ont démontré que l'acide butyrique, fourni par l'oxydation de cet alcool, bout à la température de 155,5, alors que l'acide butyrique de MM. Pelouze et Gélis, qui prend naissance dans la fermentation du glucose en présence de la caséine altérée, bout à 164, ainsi que l'acide butyrique obtenu par M. Chevreul par la saponification de la butyrine. Il était probable, d'après ces observations, que les dérivés organométalliques se rattachant à la série du butyle, fournis par l'alcool butylique de fermentation, devaient présenter, relativement à leurs points d'ébullition, des différences analogues à celles que nous venons de rappeler : c'est ce que l'expérience a confirmé de la manière la plus complète.

» L'alcool qui a servi à ces recherches bouillait régulièrement depuis la première goutte jusqu'à la dernière, entre 108 et 109 degrés, c'est-à-dire à une température de 5 à 6 degrés, inférieure à celle que présente l'alcool normal. Les dérivés de cet alcool, qui font l'objet de la présente Note, sont le mercure butyle, le zinc butyle, l'aluminium butyle, le stanbutyle ainsi que les éthers oxalo et silicobutyliques.

» *Stanbutyle.* — Lorsqu'on chauffe en vase clos de l'iodure de butyle avec un alliage d'étain et de sodium, à 6 pour 100 de métal alcalin, réduit préalablement en poudre grossière, l'attaque, qui déjà se manifeste à froid,

s'effectue complétement à la température de 100 degrés. Le résidu des tubes, après une digestion d'environ douze heures à cette température, étant repris par l'éther, cède à ce liquide tout l'iodure de tristanbutyle formé. La liqueur éthérée, filtrée, puis soumise à la distillation au bain-marie, laisse pour résidu une huile pesante, de couleur ambrée, mobile et très-limpide.

» Desséché par une exposition prolongée sous une cloche, à côté d'un vase renfermant de l'acide sulfurique au maximum de concentration et soumis à la rectification, ce produit passe en entier à la distillation, entre 292 et 296, et se condense dans le récipient en une huile limpide de couleur jaune clair. Sa densité est de 1,540 à 15 degrés.

» Son odeur, faiblement aromatique, rappelle, lorsqu'on le respire un peu fortement, mais à un bien moindre degré, celle de l'iodure de tristanpropyle.

» L'analyse de ce produit conduit à la formule

$$Sn(C^8H^9)^3\,I.$$

» Distillé sur des fragments de potasse humectés d'eau, l'iodure de tristanbutyle donne naissance à de l'iodure de potassium qui reste dans la cornue, tandis qu'il passe à la distillation une huile incolore, pesante, visqueuse, se concrétant très-lentement par le froid, sans présenter la structure cristalline si nette des hydrates, des oxydes de tristanméthyle et de tristanpropyle.

» Cet oxyde, qui bleuit fortement le papier de tournesol rougi, se combine avec les divers acides organiques et minéraux et donne naissance à des sels qui cristallisent en général très-nettement. L'acétate se sépare par un refroidissement lent d'une dissolution saturée à l'ébullition sous la forme de prismes minces qui possèdent un grand éclat.

» Le sulfate, qui demeure quelquefois assez longtemps à l'état huileux lorsqu'on abandonne à l'évaporation spontanée sa dissolution alcoolique, finit par se concentrer en une masse formée de magnifiques prismes entrecroisés.

» Le nitrate reste aussi quelquefois un certain temps à l'état huileux et, comme le produit précédent, donne à la longue des prismes très-nets.

» Dans la réaction de l'iodure de butyle sur l'alliage de sodium, il se forme en outre une très-petite quantité d'un produit cristallisé que je ne me suis procuré qu'en faible proportion et qui pourrait bien être le di-iodure

$$Sn^2(C^8H^9)^2I^2.$$

» Ce dernier, chauffé avec de la potasse, se dédouble à la manière de son homologue éthylé, en laissant dégager une vapeur qui se condense en un liquide huileux, se concrétant très-lentement à la réaction alcaline, qui présente les caractères de l'oxyde de tristanbutyle.

» Cette réaction s'explique facilement au moyen de l'équation

$$3[Sn(C^8H^9)^2O^2] + 2(KHO^2) = SnK^2O^6 + 2[Sn(C^8H^9)^3O, HO].$$

» *Mercure butyle.* — Lorsqu'on fait agir un amalgame à 2 pour 100 de sodium sur de l'iodure de butyle additionné de $\frac{1}{10}$ de son poids environ d'éther acétique, le liquide s'échauffe très-notablement. En empêchant une trop forte élévation de température par des affusions d'eau froide et n'ajoutant l'amalgame à l'iodure que par petites portions à la fois, il arrive un moment où l'on n'observe plus le moindre dégagement de chaleur. On ajoute alors une petite quantité d'amalgame, afin d'être assuré que tout l'iodure est bien attaqué; puis on laisse refroidir. On sépare le mercure au moyen d'un entonnoir à douille effilée, et l'on traite par l'eau la matière pâteuse qui a pris naissance, ce qui détermine la séparation d'un liquide pesant, renfermant le mercure butyle formé, mélangé d'un peu d'iodure de butyle et d'éther acétique. Une rectification au bain-marie déterminant la séparation complète de ce dernier, on distille le produit brut dans une cornue de verre munie d'un thermomètre dont la boule plonge dans le liquide. L'ébullition se manifeste vers 110 à 120 degrés, et la température monte assez rapidement à 200 degrés. On change alors de récipient et l'on recueille un liquide dont les dernières gouttes passent vers 211 à 212 degrés. En soumettant le produit brut à de nouvelles rectifications, on obtient finalement un liquide incolore réfringent, qui distille entre 205 et 207 degrés. Sa densité est de 1,835 à 15 degrés; son odeur, très-faible à froid, devient très-manifeste dès qu'on l'échauffe et rappelle celle de ses homologues inférieurs.

» Très-soluble dans l'eau froide ou chaude, il se dissout très-bien dans l'alcool et l'éther.

» Lorsqu'on ajoute à ce liquide des parcelles d'iode, ce corps simple disparaît en faisant entendre un léger bruissement, en même temps qu'il se sépare des écailles blanches brillantes d'iodure de mercure butyle. Le brome se comporte d'une manière analogue.

» L'iodure de mercure butyle, chauffé avec un mélange d'oxyde d'argent, précipité récemment, et d'eau, se décompose avec formation d'iodure d'argent qui se précipite, tandis que l'eau retient en dissolution une sub-

stance alcaline qui, très-probablement, est l'oxyde de mercurosobutyle

$$Hg(C^8 H^9) O, HO.$$

» Cette dissolution étant abandonnée sous une cloche au-dessus d'un vase renfermant de l'acide sulfurique au maximum de concentration, il s'en sépare de petits cristaux; cette base s'unit à divers acides et forme en général des composés peu solubles.

» *Zinc butyle.* — Ce composé s'obtient par l'action du zinc sur le mercure butyle. On introduit dans des tubes, qu'on scelle ensuite à la lampe, un mélange de mercure butyle et de zinc en feuilles découpées en petites lanières, dont on maintient la température entre 120 et 130 degrés pendant quelques heures. Il faut avoir soin d'employer le zinc en léger excès. Le liquide extrait des tubes est distillé dans un courant d'acide carbonique, puis soumis à une nouvelle rectification.

» Ainsi purifié, le zinc butyle est un liquide incolore répandant à l'air d'épaisses fumées susceptibles de s'y enflammer, pour peu qu'elles soient un peu chaudes. L'eau le décompose avec violence. Il bout entre 185 et 188 degrés.

» Les trichlorures de phosphore et d'arsenic réagissent vivement sur le zinc butyle, alors même que ces produits sont délayés dans l'éther anhydre. Il se forme probablement dans ces circonstances des phosphines et des arsines que je me propose d'examiner ultérieurement.

» L'arsenic en poudre agit sur l'iodure de butyle à la température de 175 à 180 degrés, comme sur ses homologues inférieurs, et donne naissance à des cristaux rougeâtres qui sont une combinaison d'iodure d'arsenic et d'arsine tributylique.

» *Aluminium butyle.* — L'aluminium agit assez rapidement sur le mercure butyle à la température de 120 à 125 degrés; il en élimine graduellement le mercure et s'y substitue. Le produit de cette réaction est un liquide incolore, répandant à l'air des fumées blanches; il brûle avec une flamme éclairante dans laquelle se déposent des flocons d'alumine; l'eau le décompose avec violence en donnant naissance à de l'hydrure de butyle et à de l'alumine gélatineuse.

» La composition de l'aluminium butyle est représentée par la formule

$$Al^2 (C^6 H^7)^3.$$

» *Éther silicobutylique.* — Lorsqu'on fait agir par petites portions, sur 51 grammes de chlorure de silicium $Si Cl^4$, disposés dans une cornue de

verre, 89 grammes d'alcool butylique de fermentation, parfaitement anhydre (ces deux corps étant employés dans les rapports de 1 à 4 en atomes), on observe, après chaque addition d'alcool, un dégagement considérable d'acide chlorhydrique, et l'on peut constater, comme avec les alcools éthylique et propylique, un léger abaissement de température.

» Lorsqu'on a fini d'ajouter tout l'alcool, on soumet le mélange à la distillation, après addition toutefois de 3 à 4 grammes d'alcool butylique. Du gaz chlorhydrique se dégage en abondance, et la température d'ébullition, qui est d'environ 110 degrés au début, s'élève rapidement à 248 et 250, la presque totalité du liquide passant entre cette température et 265 degrés.

» Ce dernier, soumis à de nouvelles rectifications, m'a donné finalement un produit bouillant entre 256 et 260 degrés, qui n'est autre que l'éther silicobutylique normal.

» Ainsi purifié, c'est un liquide incolore très-mobile et très-réfringent, dont l'odeur assez faible rappelle celle de l'alcool butylique. Sa densité est de 0,953 à 15 degrés.

» Il ne se mêle pas à l'eau, qu'il surnage, et ne s'altère que très-lentement à ce contact. On peut même le faire bouillir quelques minutes avec ce liquide sans observer la moindre altération. Une lessive de potasse l'attaque rapidement à chaud; de l'alcool butylique se dégage, et l'on obtient du silicate de potasse.

» Il s'altère avec une lenteur extrême au contact de l'air humide et donne naissance, au bout d'un très-long temps, à de la silice sous forme vitreuse, comme ses homologues inférieurs.

» La composition de l'éther silicobutylique est représentée par la formule

$$C^{32}H^{36}SiO^{8} = \left.\begin{matrix} Si \\ (C^{8}H^{9})^{4} \end{matrix}\right\} O^{8}.$$

» Le chlorure de silicium réagit sur l'éther silicobutylique comme ses homologues inférieurs et donne probablement naissance à des chlorhydrines, que je ferai connaître dans une Note postérieure.

Éther oxalobutylique. — Ce composé s'obtient facilement en distillant un mélange d'acide oxalique, en partie privé de son eau de cristallisation et d'alcool butylique anhydre. On chauffe doucement ce mélange, qui doit renfermer un excès d'alcool butylique, et l'on distille presque jusqu'à siccité. Le produit condensé, débarrassé de l'eau qui l'accompagne, étant soumis à la rectification, commence à bouillir vers 105 à 110 degrés; puis

la température s'élève progressivement pour atteindre 220 degrés. On change alors de récipient, et ce qui reste dans la cornue distille intégralement entre 220 et 230 degrés.

» Cette dernière partie, soumise à une nouvelle rectification, m'a donné plus des $\frac{9}{10}$ d'un produit bouillant entre 224 et 226 degrés. En employant 100 grammes d'acide oxalique débarrassé d'une partie notable de son eau de cristallisation et 115 grammes d'alcool butylique, j'ai obtenu 62 grammes d'*éther oxalobutylique* pur.

» C'est un liquide incolore et très-limpide, dont l'odeur est forte et aromatique.

» Insoluble dans l'eau pure, il se dissout en toutes proportions dans l'alcool et dans l'éther. Sa densité est de 1,002 à la température de 14 degrés.

» L'eau froide le décompose très-lentement. Une solution de potasse bouillante le décompose rapidement en acide oxalique et alcool butylique. Traité par une solution alcoolique de potasse capable de déplacer seulement un des 2 équivalents de butyle qu'il renferme, il fournit un sel cristallisé en paillettes nacrées, qui est de l'*oxalobutylate de potasse.*

» L'ammoniaque aqueuse le décompose à la manière de l'éther oxalique, en donnant naissance à de l'oxamide. Une solution alcoolique d'ammoniaque, ajoutée par petites portions, le transforme en éther *oxamobutylique* (oxaméthane butylique), qui se sépare de sa dissolution alcoolique par évaporation spontanée sous la forme de très-beaux prismes.

» La composition de l'éther oxalobutylique est représentée par la formule

$$C^{20}H^{18}O^{8} = \left.\begin{matrix} C^{4}O^{4}. \\ (C^{8}H^{9})^{2}. \end{matrix}\right\} O^{4}. \text{ »}$$

VITICULTURE. — *De la propagation du Phylloxera ;*
Note de M. **H. Marès.**

« Les travaux dont l'étude du Phylloxera a été l'objet, depuis plus de cinq ans, démontrent que cet insecte est nuisible à la vigne et qu'il est un de ses parasites les plus dangereux. Il fait pourrir les racines des ceps sur lesquels il se développe et, sous cette influence, au bout d'un temps variable, tantôt court, tantôt long, la plante, à l'état de culture, s'étiole et finit même par mourir.

» Mais ces faits, s'ils prouvent que le Phylloxera peut être regardé comme la cause animée et visible de la maladie particulière qui sévit ac-

tuellement sur les vignes, n'empêchent pas de considérer sa grande multiplication et, par suite, sa diffusion, sans lesquelles il serait peu redoutable, comme le résultat de causes diverses, telles que les intempéries (sécheresses prolongées, grandes humidités, gelées tardives et froids excessifs, etc.), les sols pauvres ou de mauvaise nature, les cultures vicieuses qui nuisent à la végétation de la vigne et abrégent la durée de sa vie.

» En remontant même à la période initiale de la maladie, ne faut-il pas concevoir le Phylloxera comme vivant sur la vigne, dont il se nourrit mais sans la faire périr, et ne devenant destructeur pour elle que sous l'influence de causes qui lui permettent de se multiplier à l'excès?

» Le Phylloxera est donc une cause directe de destruction pour la vigne; mais, d'autre part, sa grande multiplication est l'effet de causes générales, qui, depuis quelques années, l'ont fait reconnaître simultanément sur divers points des vignobles de l'Europe.

» Si l'on considère le plus important de ces points, celui du vignoble de Roquemaure (plateau de Pujaut), dans le bas Rhône, d'où sa diffusion a été la plus grande, on voit le Phylloxera se propager à la fois à de grandes distances, par bonds de 20, 30, 40 kilomètres et même plus (1), et de proche en proche, par contact d'un cep à l'autre. Entre ces extrêmes, il lance des colonies plus ou moins rapprochées et dans toutes les directions; mais, quelle que soit la manière dont il se répand, on lui voit suivre des règles constantes dans ses allures.

» Ainsi, quand le Phylloxera fait son apparition dans un canton viticole, il ne s'établit d'abord que sur certains points isolés, se bornant à un petit nombre de ceps. Or ces points isolés sont toujours placés sur quelque partie faible de la vigne attaquée et particulièrement sur ceux qui subissent avec le plus d'intensité les effets de l'extrême sécheresse et de l'extrême humidité (2).

---

(1) Exemples : le point d'attaque de Saulce, entre Montélimar et Valence, à 17 kilomètres au nord de Montélimar, reconnu en 1868, au sommet d'un plateau aride; celui de Redesson, dans le Gard, entre Nîmes et Beaucaire, reconnu en 1869; celui de Coulondres, dans l'Hérault, reconnu en 1869; etc., etc.

(2) Exemples : les plateaux de Pujaut, en cailloux roulés, très-arides, sur une couche d'argile; les terrains de la Crau, qui sont dans le même cas; plus près de Montpellier, le point d'attaque de Redesson, petite dépression circulaire sur un poudingue argileux, imperméable; le point d'attaque de Coulondres, à Saint-Gély-du-Fesq, dans un terrain infiltré par des eaux de source; le point de Sorieck, sur la route de Pérols, dans le fond d'un petit étang desséché, où séjournent des eaux stagnantes dans les hivers pluvieux; le

» Au début, le Phylloxera n'attaque pas les surfaces; ce n'est que plus tard, lorsque, à la suite de circonstances favorables, il s'est multiplié sur les points de son apparition et qu'il les a agrandis, qu'il s'étend à d'autres points caractérisés comme les premiers, mais d'une manière moins tranchée, et ensuite aux surfaces. Sa multiplication, à ce moment, est telle qu'il finit par envahir toutes les vignes à proximité.

» Selon l'année et l'état de la température, les progrès de l'invasion sont plus ou moins grands : lents quand la vigne végète bien, comme en 1870 et 1872; rapides quand elle végète mal, comme en 1868 et 1873, sous l'influence de nombreuses intempéries et de grandes sécheresses.

» Les vignes des terrains les plus exposés à l'action des intempéries et particulièrement à celle des sécheresses, des humidités prolongées et des gelées de printemps, sont les plus ravagées par le Phylloxera, et généralement attaquées les premières.

» L'influence des terrains et de la culture paraît même décisive sur la durée des vignes attaquées. Si elles meurent assez vite dans les sols très-secs et presque stériles, compactes ou imperméables, on les voit résister dans ceux qui, par leur nature, se ressuient vite et qui, facilement pénétrés par l'air et l'eau, ne sont pas sujets aux sécheresses. Il y a même des sols où la durée des vignes malades se prolonge, puisqu'il en existe encore des surfaces en culture, d'une certaine importance (20 hectares), chez M. Pieyre, près de Tarascon, quoiqu'elles soient attaquées du Phylloxera depuis l'année 1868.

» La culture, avec sa taille annuelle et les mutilations répétées auxquelles on soumet la vigne pour la forcer à donner des fruits volumineux, savoureux et sucrés, exerce sur elle une action directe, favorable à la multiplication du Phylloxera. Ainsi, comme je l'ai constaté dès l'année 1868-1869, les vignes sauvages et celles qui croissent spontanément dans les terrains incultes, ou n'ont pas le Phylloxera, ou ne paraissent pas en souffrir, quoiqu'elles soient à proximité de vignes cultivées détruites par cet insecte, en totalité ou en partie, par exemple dans la Crau.

» Les treilles moins ravalées par la taille que la vigne en souche, et plantées dans les cours des habitations en sol toujours ferme, où leurs racines s'étendent librement, souffrent peu ou point du Phylloxera.

---

point d'attaque du domaine de las Sorrès, au point bas du sol infiltré par les eaux d'un ruisseau, après les pluies d'hiver; le point de Saint-Martin, à Fabrègues, dans un sol marsileux, infiltré par les eaux d'un plateau supérieur; etc., etc.

» En résumé, toutes les circonstances qui influent défavorablement sur la végétation de la vigne, et qui affaiblissent ce végétal, augmentent l'intensité des invasions du Phylloxera et en aggravent les effets, de même que celles qui tendent à débiliter la vigne, sans engendrer toutefois un état maladif déterminé, la prédisposent à être attaquée de préférence.

» J'ai déjà signalé à l'Académie, au mois de janvier dernier, des vignes dont le développement s'est affaibli en 1872, sans autre cause apparente que leur proximité de points malades, et sur lesquelles on ne pouvait découvrir de Phylloxera. En 1873, elles ont toutes été attaquées par cet insecte, mais d'une manière très-inégale. S'il y a eu dans ce fait une phase initiale de la maladie, elle n'est pas cependant suffisamment caractérisée, et me paraît rentrer dans la généralité des cas où une diminution de vigueur de la vigne la prédispose aux invasions des insectes. Il convient alors d'agir préventivement, comme je l'ai d'ailleurs conseillé depuis longtemps, afin de lutter contre la maladie, par tous les moyens susceptibles de rendre à la vigne sa vigueur primitive.

» Au point de vue pratique, les faits qui viennent d'être exposés permettent d'exercer sur l'invasion du Phylloxera une surveillance plus efficace, en faisant connaître d'avance les points faibles des vignobles, par lesquels elle débute ordinairement, et ils conduisent à poursuivre en même temps la restauration de la vigne et la destruction de l'insecte, quand cette dernière est possible. Préalablement la vigne peut être renforcée, avant d'être attaquée, par les moyens les plus énergiques et les plus durables, afin de la mettre en état de résister et de réagir contre le Phylloxera, ou de vivre et de fructifier plus tard, malgré ses attaques. En second lieu, on peut chercher à détruire ce parasite directement, sans nuire à la vigne elle-même. Enfin on peut traiter les vignes préventivement et curativement tout à la fois, par la combinaison des moyens les plus propres à défendre le système de leurs racines et à faire périr les insectes, moyens dans lesquels l'application des engrais et des substances propres à être absorbées par les ceps jouent le rôle principal.

» Je reviendrai prochainement sur ce dernier sujet. »

M. P. Gervais fait hommage à l'Académie d'un Mémoire consacré à des Mammifères d'espèces éteintes, propres à l'Amérique méridionale.

« Je donne, dit M. Gervais, dans ce Mémoire qui vient de paraître parmi ceux de la Société géologique, la description détaillée de quatre

espèces propres à la faune sud-américaine, remarquables par la singularité de leurs caractères. Ces espèces sont : le *Macrauchenia patachonica*, Owen, le grand Ours de la région de la Plata, que j'ai nommé *Ursus bonariensis*, ainsi que deux Édentés de genres précédemment inconnus, le *Lestodon armatus* et l'*Eutatus Seguini*.

» Les matériaux de ce Mémoire m'ont été fournis par la collection recueillie de 1861 à 1867 dans la Confédération Argentine, par M. F. Seguin, collection acquise en 1871 par le Muséum, et dont je continue à m'occuper. »

M. G.-A. **Hirn** fait hommage à l'Académie d'un « Mémoire sur les propriétés optiques de la flamme des corps en combustion et sur la température du Soleil (Extrait des *Annales de Chimie et de Physique*) ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer une question pour le grand prix des Sciences physiques à décerner en 1875.

MM. Milne Edwards, Brongniart, de Quatrefages, Cl. Bernard, Dumas réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Élie de Beaumont, Pasteur, Decaisne.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer une question pour le prix Bordin à décerner en 1875.

MM. Milne Edwards, Decaisne, Cl. Bernard, Chevreul, Brongniart réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Élie de Beaumont, de Quatrefages, Pasteur, Dumas.

RAPPORTS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Douglas Galton, *intitulé « On the construction of hospitals. »*

(Commissaires : MM. Larrey, général Morin rapporteur.)

« L'auteur du Mémoire dont l'Académie nous a chargés de lui rendre compte n'a quitté que depuis peu de temps le service militaire, dans lequel, comme capitaine au corps royal des ingénieurs, il avait été appelé, par les fonctions de son grade, à s'occuper de l'importante question de la salubrité du casernement des troupes et des hôpitaux militaires. Il a fait partie de plusieurs Commissions composées des chefs de l'armée et de sommités médicales, qui ont introduit dans cette branche du service de grandes améliorations, dont nous ferons connaître plus loin les heureux résultats.

» On lui doit déjà, en particulier, l'introduction, dans les casernes et dans les hôpitaux militaires d'Angleterre, d'un système de cheminée qui réunit à l'action salutaire autant qu'agréable d'un chauffage à feu apparent, celui d'assurer un renouvellement abondant de l'air, en en évitant les rentrées par les portes et par les fenêtres, en même temps qu'il procure un accroissement considérable du rendement calorifique de ces appareils. L'idée fondamentale de ce genre de cheminée avait, il est vrai, été émise il y a déjà de longues années, par M. Delmas, officier du Génie militaire français, dans un Mémoire inséré au *Mémorial de l'Officier du Génie*, mais elle n'avait pas reçu d'applications, et d'ailleurs la disposition adoptée par M. D. Galton en a fait un appareil simple et réellement nouveau, d'un usage très-satisfaisant.

» Dans le Mémoire dont il a chargé l'un de nous de présenter un exemplaire à l'Académie, M. Douglas Galton ne s'est pas proposé de faire une étude générale du service hospitalier, et son but principal a été d'établir et de propager parmi les architectes de son pays les principes généraux qui doivent servir de règle pour la construction des hôpitaux et pour en assurer la salubrité, ainsi que pour en rendre le service facile. Il examine successivement les questions qui concernent le site, la surface de terrain à allouer par lit, la forme et la distribution des diverses parties, les dimensions des salles, le maintien de la pureté de l'air, la superficie et l'espace cubique

par lit dans chaque salle, les matériaux à employer pour les parois, les dépendances des services, etc. Il passe ensuite aux dispositions d'ensemble et applique les principes qu'il a énoncés à plusieurs grands hôpitaux d'Angleterre ou de France, en faisant ressortir les inconvénients et les avantages que présentent celles qui ont été adoptées.

» Nous ne pensons pas qu'il soit utile d'indiquer les principales conclusions auxquelles il arrive, attendu que nous avons pu constater avec satisfaction qu'elles sont, pour ainsi dire, de tous points conformes à celles qui sont formulées dans le Rapport sur les conditions hygiéniques à remplir dans la création des hôpitaux, rédigé avec tant de soins par M. le Dr Devergie, au nom d'une Commission du Comité consultatif d'hygiène et du service médical des hôpitaux, approuvé le 1er juin 1865, et qui fait partie de la collection du *Bulletin officiel* publié par le Ministère de l'Intérieur, adressé à tous les préfets des départements, pour servir de règles dans les questions relatives aux hôpitaux.

» Ce Comité, qui se composait de vingt-neuf membres, contenait dans son sein dix membres de l'Institut, quatorze de nos illustrations médicales et les hommes les plus versés dans les questions qui se rattachent au service et à l'administration des hôpitaux. Il est à regretter que, depuis 1867, on ait cessé de faire appel au dévouement dont ce Comité avait donné des preuves.

» Une telle concordance de vues, pour des recherches semblables, n'a rien qui doive surprendre, quand leurs auteurs prennent uniquement pour point de départ les faits, les lois et les phénomènes de la nature, en même temps qu'ils ne s'inspirent que de l'amour de l'humanité.

» Outre l'intérêt qui s'attache aux questions traitées dans le Mémoire de M. Douglas Galton, la discussion à laquelle sa Communication a donné lieu dans la rénnion, à Leeds, de la Sociétété médicale d'Angleterre, a mis en relief des faits et des opinions qu'il nous paraît utile de faire connaître à tous ceux qui s'intéressent à ces questions.

» Le point le plus saillant de cette discussion, et celui sur lequel la plupart des sommités médicales qui y assistaient se sont trouvées d'accord, c'est l'avantage immense que présentent, au point de vue de la salubrité, les petits hôpitaux sur les grands. Cette supériorité a été mise en évidence par M. le Dr sir James Simpson, qui a réuni des résultats statistiques sur plus de six mille cas d'amputations de membres, et qui, en les discutant, a pu former le tableau comparatif suivant de la mortalité due à ces opérations dans un grand nombre d'hôpitaux :

Désignation des hôpitaux.	Nombre de lits.	Mortalité sur 100 amputés.
Grands hôpitaux de Paris	400 à 600	60
» d'Angleterre	300	40
Hôpitaux de province (Angleterre)	moins de 300 à 150	25
» »	150 à 25	20
Petits hôpitaux de campagne (1)	»	18 à 14
Chambres isolées. Praticiens ordinaires	»	11
Chambres isolées. Chirurgiens exercés	»	8

» Les résultats précédents, uniquement relatifs aux hôpitaux civils, sont d'ailleurs complétement d'accord avec l'opinion de nos plus habiles chirurgiens militaires, qui tous se sont prononcés, soit dans cette Académie, soit dans leurs ouvrages, sur les avantages de la séparation des pavillons et de celle des malades et des blessés.

» Mais on ne doit pas perdre de vue que, dans les petits hôpitaux comme dans les grands, la capacité des salles, pour chaque lit, ne doit pas descendre au-dessous d'une certaine limite qu'en France on a fixée à 50 ou 55 mètres cubes par lit pour les hôpitaux ordinaires, à 100 mètres cubes pour les blessés avec plaies suppurantes et les femmes en couches, et à 150 mètres cubes en temps d'épidémie. Sous ce rapport, les proportions en usage en Angleterre nous paraissent insuffisantes.

» D'une autre part, l'espacement des lits a aussi, pour la diminution des chances d'infection ou de contagion, une importance considérable que l'un de vos Commissaires a eu souvent l'occasion de constater et qu'il a signalée dans cette Académie; de sorte que, étant données la capacité et la surface de la salle par lit, il vaut mieux en limiter la hauteur et la largeur que de restreindre l'écartement des lits au-dessous d'une limite que nous fixerions volontiers à 1 mètre.

» Au sujet de l'importance de l'isolement des différentes salles et des pavillons d'un même hôpital, M. le docteur Rumsey (de Cheltenham) a signalé un exemple frappant des inconvénients que présente la disposition adoptée dans quelques hôpitaux, non ventilés énergiquement, et en particulier dans le bel hôpital Royal Victoria, à Netley, où toutes les salles ont leur entrée dans un corridor commun dont les fenêtres sont fermées. L'un des professeurs de cet établissement a constaté que l'ouverture d'un abcès hépatique, contenant un pus extrêmement fétide, ayant été opérée dans une salle située à l'extrémité du corridor, l'horrible odeur qu'il répandait

(1) Appelés *cottage hospitals*.

fut perçue d'une salle à l'autre, jusqu'à l'extrémité du corridor, à une distance d'environ 533 mètres.

» A l'appui de l'opinion sur les avantages de la séparation des malades, il n'est pas hors de propos de citer les résultats recueillis dans les hôpitaux d'accouchement de Paris, dans lesquels la mortalité est en moyenne de 80 sur 1000 femmes accouchées, et s'élève pour l'un d'eux à 203 sur 1000, tandis que pour les accouchements à domicile elle n'est en moyenne que de 5 sur 1000.

» L'administration de l'Assistance publique de Paris est d'ailleurs tellement convaincue des avantages de la séparation et de l'isolement que, depuis plusieurs années, elle développe autant qu'il dépend d'elle le service des secours à domicile.

» De l'ensemble des opinions émises dans la discussion qui a eu lieu à Leeds entre des médecins éminents, il ne serait pas permis de conclure à la suppression des grands hôpitaux, qui sont d'une nécessité impérieuse pour les cités importantes ; mais il n'en reste pas moins établi que la prudence et l'humanité conseillent de restreindre, autant que possible, le nombre des lits dans chaque salle, de réduire à deux et même à un seul le nombre des étages et de rendre tous les pavillons indépendants les uns des autres.

» Telles sont les conséquences générales sur lesquelles les savants médecins de l'Angleterre sont d'ailleurs d'accord avec ceux de la France.

» La question d'économie, qu'on met trop souvent en avant à ce sujet, nous paraît de peu de poids en pareille matière, et nous avons été surpris de trouver dans le Mémoire de M. Douglas Galton une estimation de la valeur capitalisée des frais de construction et d'entretien d'un lit d'hôpital s'élevant pour des salles de

9 lits à........................	10781^{fr}	par lit.
25 lits à........................	5821	»
32 lits à........................	5544	»

» D'où l'on a conclu qu'il y avait lieu de donner la préférence aux salles de 32 lits.

» Ce mode d'appréciation n'est pas de l'auteur du Mémoire, nous devons le dire, car il se montre, au contraire, partisan des petites salles; il paraît même disposé à préférer ce qu'on appelle en Angleterre *cottage hospitals*, et à adhérer à l'opinion émise par le Dr J. Billings, des États-Unis, qui

pense qu'un hôpital ne doit être regardé que comme un édifice temporaire destiné à être démoli après quinze ans de service (1).

» Nous nous bornerons à faire remarquer que, dans le calcul précédent, on ne tient aucun compte des différences dans le chiffre de la mortalité et dans la durée du séjour à l'hôpital, qui semblent résulter incontestablement de la diminution du nombre des malades dans un même lieu.

» Si nous osions même songer à soumettre une semblable question à des calculs financiers, ce qui ne serait peut-être pas difficile si l'on possédait des statistiques médicales bien faites pour les divers hôpitaux, nous croyons fermement que la balance arithmétique, tout étrangère qu'elle puisse être aux considérations d'humanité, serait en faveur de la plus grande division possible des pavillons et des lits.

» Nous trouvons, à l'appui de cette opinion, des documents remarquables dans une Notice intitulée *Adress on Health*, lue au Congrès de la Science sociale, par M. Douglas Galton, en octobre 1873, et dans laquelle il a fait connaître quelques-uns des résultats statistiques dus à la seule influence de simples mesures hygiéniques introduites dans les casernes de l'Angleterre et de ses colonies, par les soins des Commissions sanitaires de l'armée, dont l'action continue est étendue partout où il y a des soldats.

» Ces résultats sont d'autant plus concluants que, comme le fait justement remarquer l'auteur, les armées sont composées d'individus qui forment la partie la plus valide de la population. Les chiffres parlent assez clairement d'eux-mêmes pour qu'il suffise de les rapporter.

» De 1837 à 1846, la moyenne annuelle des décès dans l'infanterie de ligne en Angleterre, sur 1000 individus, atteignait les chiffres suivants :

Maladies infectieuses.	Affections de poitrine.	Maladies diverses.	Total.
4,1	10,1	3,7	17,90
14,2 (4,1 + 10,1)			

tandis que dans la population civile elle n'était que de

Maladies infectieuses.	Affections de poitrine.	Maladies diverses.	Total.
2,0	4,5	3,3	9,80
6.5 (2,0 + 4,5)			

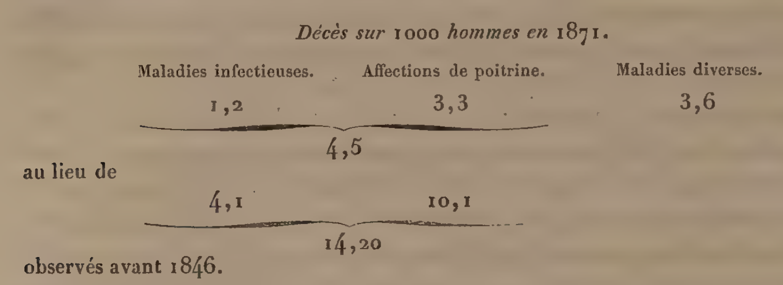
» L'expérience de la campagne de Crimée ayant appelé la sérieuse attention de l'opinion publique sur ce sujet, lord Herbert créa un service admi-

(1) *Rapport on barracks and hospitals*, par J. Billings; Washington, 1870.

nistratif chargé de veiller à l'observation des règles à suivre pour améliorer l'état sanitaire de l'armée.

» La première mesure prise, sur l'avis de la Commission royale de l'état sanitaire de l'armée, fut d'élever la situation, les attributions et le traitement du personnel médical, et d'établir une école de médecine militaire, où l'on devait étudier la médecine préventive, avec le même soin que la médecine curative.

» Les résultats des améliorations introduites dans le régime des casernes se manifestent par les chiffres suivants :



Décès sur 1000 *hommes en* 1871.

	Maladies infectieuses.	Affections de poitrine.	Maladies diverses.
	1,2	3,3	3,6
	4,5		
au lieu de	4,1	10,1	
	14,20		

observés avant 1846.

C'est-à-dire que le nombre des décès, provenant de maladies que l'on peut prévenir par des soins hygiéniques, a été diminué dans le rapport de 14,2 à 4,50 sur 1000 hommes; ce qui montre que, pour un effectif de 90 000 hommes, qui est celui de l'armée anglaise en Europe, on est parvenu à conserver en santé 1000 hommes, au lieu de les perdre. C'est là, qu'on nous pardonne l'expression, un capital qui a sa valeur.

» La sollicitude et l'action de la Commission sanitaire de l'armée anglaise ont été étendues aux colonies, où la Note de M. Douglas Galton signale la nécessité d'immenses améliorations. Mais déjà, par de simples mesures d'hygiène intérieure et de voirie, la mortalité moyenne de la garnison de Gibraltar qui, en 1818, était de 22 hommes sur 1000, s'était abaissée, de 1837 à 1846, à 13,52 sur 1000, et, en 1871, elle n'était plus que de 5,87.

» Les pertes de l'armée des Indes étaient encore bien plus considérables et s'élevaient en moyenne annuelle, pour la province du Bengale, à 67 hommes sur 1000, répartis ainsi qu'il suit :

Maladies infectieuses.	Affections de poitrine.	Maladies diverses.
58,0	3,0	6,0

D'où il est permis de conclure, en passant, que le climat des Indes n'est pas défavorable pour les affections de poitrine.

» Les améliorations successivement introduites avaient réduit déjà, en 1871, ces chiffres de décès respectivement à

Maladies infectieuses.	Affections de poitrine.	Maladies diverses.
8,8	3,0	6,0,

ce qui indique sur les maladies dont les mesures hygiéniques peuvent diminuer les effets une réduction de 51 hommes sur 1000 ou de 3162 hommes pour le total de l'armée, dont l'effectif était en 1871 de 62000 hommes.

» L'influence des soins hygiéniques pour la conservation de la santé du soldat et le maintien de l'effectif réel des armées n'a pas été moins sensible dans celle de la France, quoiqu'il y ait encore de grandes améliorations à y introduire.

» Le tableau suivant en offre la preuve (1).

Mortalité générale dans l'armée française sur 1000 *hommes.*

1846 à 1848		1863 à 1864		1866	
Intérieur.	Algérie.	Intérieur.	Algérie.	Intérieur.	Algérie.
19,4	16,7	9,11	17,06	10,28	11,95

» Les résultats que nous venons de signaler sont assez éloquents pour provoquer toute la sollicitude des autorités chargées de veiller sur le bien-être du soldat et sur le maintien de leur puissance militaire. On ne peut donc qu'applaudir à la persévérance avec laquelle M. Douglas Galton poursuit l'œuvre d'amélioration qu'il a entreprise depuis plusieurs années, en désirant qu'il trouve en France des imitateurs aussi dévoués.

» L'Académie peut juger, par les détails dans lesquels nous avons cru devoir entrer sur les recherches de M. Douglas Galton, qu'elles sont dignes de toute son estime : nous lui proposons de remercier l'auteur de les lui avoir communiquées. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

---

(1) Voir les statistiques médicales de l'armée publiées par le Ministère de la Guerre.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Évaluation, en unités mécaniques, de la quantité d'électricité que produit un élément de pile.* Note de M. **Branly**, présentée par M. Desains.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin, Desains).

« Les expériences qui suivent ont pour objet d'évaluer en mesure électrostatique la quantité d'électricité transportée en une seconde par un élément de pile dans un circuit de résistance donnée. A cet effet, une sphère métallique isolée reçoit m fois par seconde une charge constante A qu'on lui enlève chaque fois en la mettant en communication avec le sol par la bobine d'un galvanomètre. La quantité d'électricité mA en traversant la bobine fait dévier l'aiguille aimantée; il suffit de comparer cette déviation à celle que détermine le flux d'électricité fourni par un élément Daniell dans un circuit connu.

» La charge constante A est puisée au pôle positif d'une pile de petits éléments : zinc, platine, eau salée en nombre convenable; l'autre pôle est relié à la terre.

» Deux minces tiges d'acier, portant chacune à l'extrémité libre une petite boule, sont fixées sur l'axe d'un interrupteur Foucault : elles font entre elles un angle tel que, par suite du mouvement de l'interrupteur, les deux boules viennent alternativement toucher la sphère isolée.

» Le galvanomètre employé est un galvanomètre de Ruhmkorff à long fil et à miroir. Par le déplacement du contre-poids de l'interrupteur, on peut faire varier le nombre des décharges entre 4 et 12 par seconde, et dans tous les cas l'aiguille aimantée prend une position fixe d'équilibre.

» On fait usage en même temps d'une balance de torsion à miroir. Les deux boules sont d'abord écartées l'une de l'autre sans qu'il y ait torsion du fil; la distance de leurs centres est déterminée par l'angle sous lequel elle est vue au moyen d'une lunette indépendante de la balance. Pendant qu'on observe la déviation de l'aiguille du galvanomètre, la balance est mise en communication avec le pôle positif de la pile, et l'on évalue le potentiel par l'action réciproque des deux boules.

» On a vérifié que *la charge de la sphère est proportionnelle au potentiel de la pile*. Le potentiel du pôle positif, mesuré par la balance de torsion, est, en effet, proportionnel à la déviation imprimée par la décharge de la

sphère à l'aiguille du galvanomètre. Le même fait se vérifie encore si l'on opère la charge de la sphère par un premier groupe d'éléments, puis par un second groupe et enfin par les deux réunis : la déviation produite dans le dernier cas est égale à la somme des déviations observées dans les deux premiers.

» *La charge de la sphère est proportionnelle à son rayon.* On l'a constaté en faisant usage de deux sphères, l'une en laiton de 69 centimètres de circonférence, l'autre en cuivre rouge de 43 centimètres.

» *La déviation est proportionnelle au nombre des décharges*, au moins dans les limites permises par l'emploi de l'interrupteur. L'axe de l'interrupteur portait un appendice frappant à chaque interruption contre un tambour qui transmettait son mouvement par un tube de caoutchouc à un autre tambour muni d'un style. Ce style enregistrait le nombre des décharges sur un cylindre tournant recouvert de noir de fumée; le pendule d'une horloge frappait contre un troisième tambour communiquant avec le même style, et une amplitude plus grande dans le tracé correspondait à la fin de chaque oscillation double du pendule.

» Ces préliminaires étant posés, le détail d'une des expériences faites avec la sphère de 69 centimètres fera comprendre la marche adoptée.

» La pile employée comme source d'électricité était formée de 500 éléments. On avait 85 décharges pendant que le pendule faisait 8 oscillations simples (l'oscillation simple du pendule, d'après une comparaison faite avec un chronomètre, correspondait à une durée de $0^s,975$).

» En employant un commutateur qui permettait de changer le sens du courant de décharge dans le galvanomètre, on a obtenu 51,25 pour le double de la déviation.

» Au moment où les deux boules de la balance de torsion étaient au même potentiel que le sol, leur écart angulaire était de 31°12′13″; après que la communication avec le pôle positif de la pile a été établie, l'écart est devenu 32°35′36″ et l'angle de torsion du fil était de 5003″ :

	Balance de torsion.			Galvanomètre.	
Boule mobile.	Lectures.	Torsion.	Écart angulaire.	Pile.	Sphère.
A l'état neutre	122,0	»	31°12′13″	371,4	51,25
Communiquant avec la pile.	268,5	5003″	32°35′36″	»	»
A l'état neutre	121,5	»	»	»	»

» La quantité q d'électricité qui se trouvait sur la boule mobile est alors

déterminée par l'équation (*)

$$\frac{1,3302\,q^2 \times 95,41 \cos 16^\circ 17' 48''}{4(95,41)^2 \sin^2 16^\circ 17' 48''} = n\,5003.$$

On en déduit

$$q = 695,04 \text{ unités d'électricité.}$$

$$A = 695,04 \times \frac{R}{r} (^{**}) = 695,04 \times 13,82 = 9605,45,$$

$$mA = 9605,45 \times \frac{85}{8 \times 0,975} = 104699 \text{ unités d'électricité.}$$

» Le courant produit par les 104699 unités d'électricité qui se rendaient chaque seconde dans le sol donnait à l'aiguille aimantée une déviation mesurée par le nombre 51,25.

» On a fait passer le courant d'un élément Daniell (***) dans un circuit de mille kilomètres (le mètre est l'unité de mercure de Pouillet) et les deux fils du galvanomètre ont été joints à deux points du circuit, comprenant entre eux 1 kilomètre. La résistance du galvanomètre étant de 336 kilomètres, si l'on représente par 1 l'intensité du courant principal, celle du courant dérivé qui traversait le galvanomètre était très-sensiblement $\frac{1}{336000}$; on a lu, pour le double de la déviation, 371,4.

» On peut alors dire que le courant, dont l'intensité est $\frac{1}{336000}$, fait circuler, en une seconde, une quantité d'électricité représentée par

$$104699 \times \frac{371,4}{51,25} \text{ unités.}$$

(*) q est la quantité d'électricité répartie sur la boule mobile dont le rayon est de $7^{mm},95$; le rayon de la boule fixe étant de $10^{mm},575$, la quantité d'électricité qui la recouvrait était $q\,\frac{10,575}{7,95} = 1,3302\,q$.

Le rayon du cercle décrit par le centre de la boule mobile est de $95^{mm},41$; n est le moment du couple nécessaire pour tordre le fil de 1 seconde. On a déterminé ce moment en faisant osciller l'aiguille d'abord seule, puis après l'avoir chargée de deux poids cylindriques placés à des distances de l'axe mesurées à l'avance.

Les unités adoptées sont le millimètre et le milligramme (le poids de 1 milligramme vaut 9808,8 unités de force).

On a trouvé $n = 4,1024$; il faut donc appliquer un peu plus de 4 unités de force à 1 millimètre de distance de l'axe pour tordre le fil d'un angle égal à 1 seconde.

(**) R rayon de la sphère isolée; r rayon de la boule mobile de la balance.

(***) L'élément Daniell dont il est ici question est formé de cuivre et zinc amalgamé, sulfate de cuivre et sulfate de zinc.

» Avant de donner un nombre définitif pour la constante qu'il s'agit de mesurer, je me propose de déterminer, avec plus de précision que je n'ai pu le faire encore, les résistances absolues des bobines employées.

» Comme nous l'avons vu, les déviations du galvanomètre sont proportionnelles à la charge de la sphère et au potentiel de la pile. Il est facile d'en déduire le moyen de mesurer la capacité électrique d'un corps conducteur quelconque et le potentiel aux différents points de la pile.

» Pour mesurer la capacité électrique d'un corps conducteur, on fixe, parallèlement à l'axe de l'interrupteur, un fil isolé, dont les extrémités recourbées plongent alternativement dans deux godets remplis de mercure. L'un des godets communique avec le pôle positif de la pile, le second avec le galvanomètre. Un autre fil, soudé au fil principal, relie celui-ci au conducteur étudié. Par une expérience préliminaire, on détermine la capacité électrique de la partie indépendante du conducteur.

» En modifiant la forme de l'interrupteur, de façon à permettre la mesure du temps, on peut aborder d'autres questions, par exemple celles qui se rapportent aux condensateurs, et l'on aura l'avantage d'opérer avec des sources d'électricité parfaitement connues.

» Pour mesurer le potentiel aux différents points d'une pile, il suffit d'opérer la charge et la décharge d'un même conducteur, par exemple d'une sphère. Un grand nombre de mesures ont été faites : à une tension positive correspond un courant dans un sens, à une tension négative un courant en sens contraire, et la proportionnalité des indications du galvanomètre à celles de la balance de torsion subsiste toujours, dans le cas où le second pôle de la pile est en communication avec le sol et dans le cas où il est isolé. »

VITICULTURE. — *Hibernation du Phylloxera des racines et des feuilles.* Note de M. **Max. Cornu**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Lorsque la saison froide arrive, un changement considérable se produit à la surface des racines attaquées par le Phylloxera. Les derniers renflements qui subsistent encore, et qui sont depuis longtemps abandonnés par le plus grand nombre des insectes, pourrissent et se décomposent, les mères pondeuses disparaissent et le parasite devient de moins en moins apparent. Les cultivateurs disent souvent « qu'il n'y a pas de Phylloxera » pendant l'hiver » ; il n'en est rien : l'insecte hiberne, sous une forme

spéciale, mais peu visible : ce fait fut signalé par MM. Planchon et Lichtenstein (*Conseils pratiques contre le Phylloxera;* extrait du *Messager agricole*, p. 2 et 3; Montpellier, 5 juillet 1870). Cette forme que revêt l'insecte offre un intérêt très-grand, à cause des conditions particulièrement favorables à l'application d'un traitement des vignes malades.

» Dans ce nouvel état, le Phylloxera est en tout semblable à un jeune dont la mue serait indéfiniment retardée; il est, comme le jeune, muni d'antennes et de pattes très-longues, présentant des poils très-développés. La couleur de la peau est teintée et communique à l'insecte une teinte brune. . . . .

» D'abord d'un jaune vif, comme les jeunes ordinaires, dont il ne paraît pas se distinguer, il acquiert bientôt un aspect mat et un peu blanchâtre, visible quand on l'observe tel quel sous le microscope; puis la teinte brune, déjà sensible, s'exagère de plus en plus et finit, à la longue, par devenir assez foncée. Il n'est pas rare de voir, à la partie antérieure et sur les côtés de l'abdomen, des tubercules plus ou moins nets, qui sont surtout visibles sur l'insecte rendu transparent par l'action des réactifs. Quand la racine sur laquelle il est fixé est mouillée et que l'eau le recouvre, la teinte brune paraît encore plus foncée et se distingue à peine sur la couleur très-brune de l'écorce. . . . .

» Aux points où ils se tiennent, les individus hibernants sont, tantôt clairsemés, tantôt disposés par petits groupes dans les fentes de l'écorce, où sous les plaques subéreuses, exfoliées depuis longtemps et qui n'ont plus d'adhérence avec le reste du tissu. Quand on enlève ces plaques, qui les cachent entièrement aux regards et les protégent d'une humidité excessive et du contact direct du sol, on aperçoit les Phylloxeras groupés les uns à côté des autres, dans des attitudes et des positions diverses et complétement immobiles.

» Ce qui est très-évident, au premier coup d'œil, c'est que ces insectes sont très-petits et qu'ils ont la même taille; qu'ils sont, non pas bombés, en forme de tortue, mais relativement aplatis, quelquefois même leur partie dorsale est concave. Dans cette position, la tête paraît avoir un volume beaucoup plus grand (1) que chez les jeunes ordinaires, parce qu'elle est vue en face et non de côté et en raccourci; on aperçoit un sillon médian, antéro-postérieur, qui est à peine indiqué chez les autres individus; la partie dorsale est saillante sur une ligne longitudinale médiane, qui forme un

---

(1) La même cause produit un effet analogue chez la nymphe.

bourrelet continu, d'une extrémité à l'autre de l'animal; les antennes sont, en général, réfléchies, les pattes repliées sous l'abdomen; aucun mouvement de ces organes n'a lieu; l'insecte reste immobile, à moins que des circonstances extérieures ne le forcent à changer de place pendant l'observation. Les yeux sont peu visibles, à cause de la teinte brune générale; la peau est couverte d'aspérités, non pas hémisphériques, comme chez les autres insectes, mais munie d'élévations et de dépressions sinueuses et, pour ainsi dire, vermiculées.

» A cette époque, les mères pondeuses ont peu à peu disparu; elles deviennent fort rares, car elles meurent et les nouveaux insectes restent stationnaires au lieu de se développer; les œufs, de même, éclosent successivement et, si l'on en rencontre quelqu'un, il est brun et sur le point de donner naissance à un jeune. Il est possible que, à de grandes profondeurs, on puisse encore en découvrir de frais pondus; mais, dans les conditions ordinaires, pendant la période d'hiver, on ne rencontre plus ni ces amas d'œufs d'un jaune vif, ni les insectes d'un jaune de soufre, si visibles et si faciles à remarquer pendant la saison chaude; si cela a lieu, c'est un fait assez rare.

» Il est inutile de rapporter les opinions erronées émises relativement à l'endroit où se tient le Phylloxera pendant la saison froide; il ne choisit pas de place déterminée pour y former de petits groupes, il se dissémine sur les racines en dehors des radicelles extrêmes, qui sont le siége de modifications particulières pendant l'hiver. Aux points qu'il occupe, il enfonce son suçoir dans les tissus; quand on veut, à l'aide d'un cheveu ou d'un pinceau délicat, l'en déplacer ou l'enlever, il demeure attaché par les soies de son suçoir, qu'il faut violemment arracher.

» Sur les grosses racines dont la couche subéreuse extérieure s'enlève par plaques, cette partie, normalement exfoliée chaque année, ne sert de support à aucun insecte; quoique le tissu situé au-dessus et qu'elle protége en soit abondamment couvert, on n'y en rencontre aucun. Cela tient à ce que le parasite ne pourrait tirer aucune nourriture de ces éléments morts et décomposés. Le Phylloxera a besoin d'une racine vivante; dans les flacons où on le conserve, on le voit fuir les parties desséchées ou complétement mortes et se porter vers les parties plus fraîches; s'il ne peut trouver un endroit plus favorable, il périt invariablement, qu'il y ait ou non excès d'humidité ou de sécheresse, et il disparaît entièrement : il est mort de faim.

» L'opinion, émise par un viticulteur très-distingué, que le Phylloxera

peut hiverner au milieu de mottes de terre me paraît peu d'accord avec la réalité des faits. S'il en était ainsi, l'insecte ne chercherait dans le sol qu'un peu d'humidité, qu'il trouverait aisément sur les parois des flacons, sur les racines maintenues à l'abri de la sécheresse, et cependant, dans ces conditions, le parasite (qui se contente souvent de bien peu de chose) meurt au bout de peu de jours.

» Peu vraisemblable pour la forme radicicole, cette opinion paraît de même inadmissible pour la forme foliicole.

» Dans le but de savoir ce que devenaient, à l'arrière-saison, les dernières générations des jeunes développés dans les galles, j'ai tâché de me procurer quelques galles non entièrement vidées. M. Laliman eut la complaisance de me permettre de prendre les sommités, en partie desséchées à leur extrémité, des rameaux porteurs des dernières galles; c'était à la fin du mois d'octobre. Préoccupé d'idées théoriques et cherchant à découvrir si, dans les galles, ne se trouveraient pas des Phylloxeras aptères ayant un rôle analogue aux mères pondeuses du Phylloxera du chêne, qui quitte les feuilles pour pondre sur les tiges, j'examinai avec soin les feuilles qu'il m'avait été possible de recueillir et qui étaient malheureusement en trop petit nombre. J'étais guidé dans cette recherche par les merveilleuses observations de M. Balbiani (*Comptes rendus* des 13 et 20 octobre 1873) sur le Phylloxera du chêne; je ne trouvai pas sur cette vigne (Clinton, *Vitis riparia*) de feuilles présentant des galles imparfaites, c'est-à-dire abandonnées avant la ponte par les insectes, ainsi que j'en avais trouvé près d'un mois auparavant; un petit nombre de galles seulement furent rencontrées : elles étaient noircies et déjà évacuées par les jeunes; quelques-unes cependant présentaient encore des œufs, mais très-peu nombreux, à cause de l'état très-avancé de la saison; dans quelques galles noircies, et en apparence décomposées en partie, se tenaient réunis quelques jeunes agiles; ils n'étaient pas d'un jaune brillant, comme ceux qu'on rencontre d'ordinaire, à pareille place, en été; ils étaient d'une couleur mate, d'un jaune brunâtre, et avaient l'apparence d'insectes commençant à hiverner; ils étaient demeurés agiles et vivants, quoique la galle ne parût pas pouvoir leur offrir de nourriture; ils ne s'y étaient pas fixés d'ailleurs, comme le prouvait leur agilité. Les deux bords de la galle, par une contraction mécanique due au dessèchement des tissus, semblaient leur interdire toute possibilité de sortir. Ces individus étaient destinés à être entraînés avec la feuille qui les abritait. Les galles furent toutes ouvertes artificiellement et les feuilles furent placées dans un flacon contenant des racines

prises sur des boutures de chasselas sain apporté de Paris. Chaque racine fut brossée et nettoyée; après cette opération, elles présentaient une surface jaune très-lisse et très-polie. Les jeunes se répandirent, les uns sur les racines, où ils hivernèrent directement et sans aucun changement de forme, les autres sur les parois du flacon, où ils ne tardèrent pas à périr.

» On pourrait tirer de là plusieurs conclusions qui seront développées à la fin de cette Note; en ce moment, je me contenterai de faire remarquer que le Phylloxera, qui vit sur les feuilles, hiverne sur les racines, de même que l'autre, et non en un lieu quelconque du sol. On peut être trompé par une fausse apparence; quand on arrache hors de la terre des racines chargées de Phylloxeras, il n'est pas rare de voir les individus non fixés, les œufs, les jeunes agiles, rester adhérents à la terre qui les retient mécaniquement; mais ils sont entraînés par une force indépendante de leur volonté, et il est douteux qu'on puisse les trouver établis en nombre en dehors du contact immédiat des racines. Je n'en ai jamais vu dans de semblables conditions.

» Lorsque le sol se réchauffe, le Phylloxera sort de son engourdissement et, après une mue (la première), il reprend son activité organique, insensible pendant plusieurs mois; c'est ce qu'on appelle le *réveil* du Phylloxera. Ce réveil, qui accompagne celui de la végétation, a eu lieu cette année à Montpellier vers le 15 avril, et vers la même époque à Tarascon, comme M. Faucon l'observa lui-même; ces deux nombres se corroborent. J'ai cru pouvoir conseiller de saisir cette époque critique de la vie de l'insecte pour l'attaquer avec succès par l'une des substances essayées sans succès jusqu'ici. La durée pendant laquelle le parasite demeure ensuite sans défense, avant de pondre encore, est déterminée par l'intervalle qui s'écoule entre les deux autres mues qui lui restent encore à subir et la période nécessitée par l'évolution des œufs avant la ponte. Cette période sera ultérieurement discutée; elle doit être, à mon sens, d'une quinzaine de jours au plus et de huit jours au moins. C'est par ces conséquences qu'est démontrée l'utilité de la connaissance des mues, de leur nombre et de l'intervalle qui les sépare.

» Le réveil de l'insecte s'effectue sous l'influence du réchauffement du sol, mais la température qui le détermine n'est pas encore précise. En attendant que des mesures exactes, qui font défaut aujourd'hui, soient faites, j'ai cherché à me rendre compte vers quelles limites de température commence l'hibernation; j'ai essayé de déterminer le point particulier où, quand la température s'abaisse, se produit l'engourdissement, point qui est peut-

être celui à partir duquel, la température s'élevant, cet état de repos disparaît; j'ai assimilé cette modification au changement des corps de l'état solide à l'état liquide, qui a lieu, dans un sens ou dans l'autre, à la même température. Il restera à chercher vers quelles limites se réveille la végétation de la vigne, endormie de même pendant l'hiver, et les différences de ces deux limites. On conçoit donc l'intérêt pratique que présentent de pareilles déterminations; mais il est bien évident qu'il ne peut être question ici d'un nombre parfaitement précis et délimité, comme le point de fusion et de solidification d'un corps. L'effet déterminé par la température est complexe : il s'exerce sur un être vivant, et non sur une substance inorganique.

» Dans la chambre où je travaille, la température, plus douce qu'au dehors, suit cependant l'abaissement graduel dû à la saison; il n'a pas encore été fait de feu, afin que l'insecte trouvât, dans les bocaux où il est conservé, des conditions analogues à celles qu'il trouverait dans la nature; mais les variations sont moins brusques et moins rapides. La température moyenne est de moins de 10 degrés; elle s'éleva jusqu'à 12 pendant les dernières belles journées, il y a un peu plus d'une semaine, mais elle descend le plus souvent à 8 degrés. Entre ces limites, sur des racines conservées depuis longtemps (sept semaines au moins), dans des conditions diverses, les jeunes hivernent en grand nombre. La température de 8 à 12 degrés permet donc déjà l'hibernation; mais elle n'est pas encore assez basse pour qu'elle ait, depuis plus d'un mois qu'elle règne, empêché le développement de certains individus, qui sont parvenus à l'état adulte, et ne leur permette pas de pondre encore en ce moment même.

» On peut se demander si l'hibernation n'est pas déterminée en partie par le changement survenu dans les radicelles; cela n'est pas impossible, et il y a peut-être quelque chose de vrai dans cette manière de voir, quoique l'insecte vive indifféremment sur les grosses ou sur les petites racines. On peut cependant citer, contrairement à cette opinion, plusieurs faits assez concluants qui prouvent qu'elle ne peut suffire à tout expliquer. Certains renflements récoltés le 18 octobre, et conservés depuis dans des conditions toutes spéciales, vivent encore et ne paraissent pas altérés; je vois, depuis plus de trois semaines, des jeunes hiverner à leur surface, encore visibles aujourd'hui 8 décembre et parfaitement vivants; les radicelles renflées peuvent donc comme les racines ordinaires alimenter des insectes hivernants et la nourriture qu'elles leur fournissent ne détermine pas forcément leur développement. En outre, sur l'un de ces renflements comme sur l'une des

racines plus grosses, vivent encore des mères pondeuses, mais leur activité organique est bien faible; l'une de ces mères, par exemple, mit près *de trois jours* à se débarrasser d'un œuf aux trois quarts libre et adhérent encore à la partie postérieure de son abdomen; malgré les contractions successives et réitérées de ses anneaux, l'œuf fut libre et déposé sur la racine le 5 décembre dernier.

» Si le Phylloxera peut encore pondre quelques œufs, et celui dont il est question montre encore un œuf visible par transparence dans son abdomen, il est certain que cette faculté est sur le point de disparaître; d'autre part, de nombreux individus hivernants sont visibles dans son voisinage et dans d'autres flacons; l'une des phases de la vie de l'insecte touche à sa fin, et l'autre en est encore à ses débuts. On peut donc affirmer que le phénomène de l'hibernation est déterminé principalement par l'abaissement de la température, et que ce changement d'état ou cet arrêt de développement commence à se produire sur une échelle notable entre les limites de 12 à 8 degrés, en moyenne vers 10 degrés.

» Sur les racines des vignes phylloxérées, maintenues dans des vases à fleurs au dehors et soumises aux conditions naturelles et à l'abaissement normal de la température pendant la saison d'automne, le Phylloxera était en pleine hibernation déjà vers le 1er novembre. Dans le courant du mois d'octobre, aux environs de Bordeaux, la proportion des individus hivernants était déjà considérable; il est parfaitement sûr que la température, plus douce dans ma chambre que celle de l'extérieur, a retardé cet arrêt de développement; il ne s'est montré que lorsque la température, s'abaissant graduellement, atteignit les limites indiquées plus haut. Dans les conditions de l'observation, les variations de température sont moins brusques chaque jour et moins fréquentes; la détermination du degré plus précise qu'elle n'eût pu l'être dans la nature. Si l'on voulait appliquer ces résultats aux cultures en grand, il faudrait tenir compte des inégalités de température de la nuit et des journées pendant lesquelles luit le soleil, du réchauffement et du refroidissement du sol, variables avec la profondeur, etc., etc...

» Nous avons vu plus haut que l'insecte des galles peut hiverner directement sur les racines. N'y aurait-il pas en outre une hibernation spéciale sur les organes aériens (tronc ou rameaux), comme cela se présente chez le Phylloxera du chêne? J'ai en vain cherché des mères pondeuses, descendant le long de la tige; mais cette particularité est-elle probable? On ne saurait le dire.

» D'après un fait, constaté en France par M. Laliman, et par M. Riley en Amérique, certains ceps abondamment chargés de galles une année en sont souvent dépourvus les années suivantes, et d'autres au contraire qui en étaient dépourvus s'en montrent couverts. Cela semblerait indiquer que les insectes, dont la progéniture quitte volontairement la plante ou est précipitée sur le sol avec les dernières feuilles, ne laissent pas sur le pied qu'ils habitent des individus chargés de donner, au retour de la belle saison, naissance à des colonies nouvelles, mais que ces colonies nouvelles, dont l'arrivée est si accidentelle et si irrégulière, proviennent d'une autre origine. Les œufs ou les jeunes *de réserve,* en admettant leur existence, périssent-ils souvent? Faut-il attribuer leur disparition à la pratique des cultivateurs de tailler la vigne?

» L'une des conséquences à tirer de l'observation précédente sur les galles et sur laquelle je désire spécialement insister, c'est que les jeunes des galles ont hiverné *directement* sur les racines et y demeurent depuis le 31 octobre jusqu'à ce jour (depuis cinq semaines) sans aucun changement : c'est une preuve nouvelle de l'identité des deux formes de l'insecte. Ainsi les Phylloxeras des galles donnent naissance à des générations en tout semblables à celles des insectes nés sur les racines, comme je l'ai constaté après MM. Signoret et Planchon; j'ai observé qu'ils produisent sur les radicelles des renflements identiques (*Compte rendu* de la séance du 21 juillet 1873); qu'ils peuvent, en outre, *sans aucune transformation* et directement, prendre l'état hibernant comme les autres insectes : il paraît difficile de trouver une preuve plus convaincante de l'identité des deux formes.

» Le passage de l'une à l'autre de ces formes peut avoir lieu, soit par la chute directe des individus des feuilles sur le sol, à une époque où ils peuvent se développer immédiatement et devenir adultes (*Compte rendu* de la séance du 12 octobre 1873), soit par la chute à l'arrière-saison de la feuille elle-même que l'insecte devrait quitter ensuite. Lors de la saison froide, que l'insecte tombe volontairement ou qu'il soit précipité à terre, il ne se développera pas immédiatement; il attendra, sur les racines, le réchauffement du sol pour achever son développement complet et poursuivre la série de ses modifications : c'est une particularité à ajouter aux mœurs de l'insecte. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Action de la terre volcanique de la solfatare de Pouzzoles sur les maladies de la vigne.* Note de M. S. DE LUCA. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Comme suite de ma Communication du 10 février 1873 (1) relative à l'action qu'exerce la terre volcanique de la solfatare de Pouzzoles sur les maladies de la vigne, je soumets au jugement de l'Académie quelques nouvelles expériences, faites dans le courant de cette année.

» Deux cent cinquante-six ceps de vigne ont été partagés en quatre lots, de soixante-quatre chacun. Tout le terrain a été retourné et cultivé à la profondeur de 50 centimètres environ, en le débarrassant, en même temps, de toutes les mauvaises herbes et racines. Dans un premier lot, pendant qu'on labourait le sol, on plaçait autour de chaque cep 500 grammes de terre de la solfatare, à la profondeur de 30 centimètres; on recouvrait ensuite avec de la terre ordinaire jusqu'à la hauteur de 10 centimètres, et on laissait à découvert les 20 autres centimètres, de manière qu'autour de la plante restassent un rebord circulaire et une cavité hémisphérique pour recevoir et retenir l'eau de pluie. Un autre lot a été cultivé de la même manière que le précédent; mais, tandis que le premier a été soufré deux fois avec de la terre de la solfatare réduite en poudre fine, avant l'ouverture des fleurs et lorsque le grain avait un peu grossi, l'autre a été aussi soufré deux fois, aux mêmes époques, seulement avec du soufre ordinaire. Un troisième lot a été soufré deux fois, aux époques indiquées, avec de la terre de la solfatare. Enfin le dernier lot a été soufré avec du soufre ordinaire, toujours aux deux époques déjà mentionnées. Les résultats obtenus de ces expériences sont les suivants.

» Les insectes avaient disparu du premier lot, non-seulement sur la surface du terrain et sur les plantes, mais aussi dans le sol, ce qui a été démontré par des fouilles pratiquées en différents endroits. Le deuxième lot présentait les mêmes qualités que le premier; mais on y découvrait quelques rares insectes, attachés au feuillage des plantes. Dans le troisième lot, on observait quelques insectes et des vers (*lombrics*) dans le sol, mais rien à la surface ni sur les plantes. Le sol du quatrième lot était comme celui du troisième; mais on voyait à la surface du sol et sur les plantes quelques insectes.

» La végétation des plantes était luxuriante dans le premier et dans le deuxième lot, médiocre dans le troisième et languissante dans le dernier.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 359.

Le raisin obtenu du premier lot était abondant et de très-bonne qualité; celui du deuxième différait peu du premier par sa quantité et par sa qualité. Le produit du troisième lot était d'un quart inférieur à celui du premier. Enfin celui du quatrième lot représentait environ la moitié du poids du raisin du premier. Plusieurs grains de raisin du quatrième lot étaient tombés en pourriture. Les cendres obtenues du raisin du premier lot étaient riches en potasse; celles du quatrième en étaient très-pauvres.

» Il résulte de ces expériences que la terre de la solfatare de Pouzzoles, par sa porosité et par les éléments qu'elle contient, agit avantageusement sur les vignobles, en détruisant ou éloignant les insectes, en rendant la végétation plus vigoureuse, en augmentant le produit en raisin, et en fournissant à la terre les éléments nécessaires à la végétation de la vigne. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *De quelques altérations morphologiques observées dans le genre* Cypripedium (*Orchidées*). Mémoire de M. R. **Guérin**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Brongniart, Decaisne, Duchartre.)

« *Conclusions.* — Dans la fleur des *Cypripedium*, le labelle est un simple pétale, n'ayant rien à voir avec les étamines.

» Quant à la position de celles-ci, deux normales existent sur les côtés droit et gauche du gynostème. Deux autres, avortées et seulement représentées par un filet souvent bifide à son extrémité, quelquefois présentant à sa base un renflement ponctué de brun comme l'anthère normale, constitueraient, sur un rang extérieur, les deux étamines supérieures, ou peut-être seulement plus longues que les premières. Enfin les deux dernières ne sont autres que le processus staminal, composé de deux pièces pétaloïdes, placées au-dessous du style et soudées de très-bonne heure.

» De plus nous pensons, quoique nous n'en ayons que des preuves moins certaines, que le stigmate est à deux, peut-être à trois divisions, ou si l'on veut qu'il y a deux ou trois stigmates. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Des eaux de puits en général, et de celles de la ville de Beauvais en particulier, au point de vue de l'hygiène publique.* Mémoire de M. E. **Decaisne**. (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Médecine.)

« L'auteur insiste sur la mauvaise qualité des eaux de puits en général et sur les atteintes que leur usage peut porter à la santé publique. Il étudie,

à ce point de vue, les eaux de puits de la ville de Beauvais et formule les conclusions suivantes :

» 1° Quoique placé au milieu de rivières et de canaux, et au-dessus d'une nappe d'eau souterraine importante, Beauvais n'a ni eaux abondantes d'assainissement, ni eaux d'alimentation de qualité convenable, ni égouts.

» 2° L'altitude des eaux qui coulent au milieu et autour de la ville n'est pas assez grande pour qu'il soit possible de les faire servir au lavage des rues.

» 3° Les eaux des canaux et rivières de Beauvais ne peuvent être utilisées pour l'alimentation, car elles sont le réceptacle de toutes les ordures de la ville.

» 4° L'eau des puits qui alimentent la ville de Beauvais est de la plus détestable qualité. En effet, d'après une analyse faite au laboratoire des Ponts et Chaussées, et signée de M. Hervé-Mangon, elle donne, par litre, 2 *grammes de résidu solide*. Elle marque 72 à l'hydrotimètre, c'est-à-dire 72 centigrammes de sels de chaux par litre, tandis que les eaux de l'Ourcq et d'Arcueil, qui sont incrustantes, ne donnent que 30 et 40 degrés. Elle ne dissout pas le savon et cuit difficilement les légumes.

» 5° La plupart des maisons de Beauvais, malgré les efforts de l'Administration municipale, n'ont pas de fosses d'aisances étanches, beaucoup même n'en ont pas du tout. Il en résulte que le sous-sol de la ville et la nappe d'eau souterraine sont contaminés par des infiltrations qui, comme l'expérience le prouve, peuvent faire courir à la santé publique les plus graves dangers.

» 6° Si l'on considère enfin que la ville de Beauvais, par le développement rapide et incessant des voies nouvelles de communication, est destinée à voir doubler bientôt son importance industrielle, et que le temps n'est pas sans doute éloigné où sa population s'accroîtra dans des proportions considérables qui l'obligeront à satisfaire à de nouveaux besoins, on reste convaincu de la nécessité de pourvoir Beauvais d'une bonne distribution d'eau, et d'utiliser les sources abondantes de bonne qualité qui existent à proximité de la ville, et qu'on peut y amener à peu de frais, comme le démontrent les études faites par l'Administration dans les dernières années. »

M. L. Notta adresse une Note relative à un « étalon monétaire métrique universel ».

(Renvoi à l'examen de M. Peligot.)

M. T. Sourbé soumet au jugement de l'Académie divers documents concernant la substitution du pesage métrique des alcools à leur mesurage.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. J. Lasserre soumet au jugement de l'Académie un travail sur les règles de la construction et de l'emploi des Tables de logarithmes.

(Renvoi à l'examen de M. Chasles.)

M. Méhay adresse une Note concernant les relations numériques qui existent entre le volume des corps composés, à l'état de vapeur, et l'atomicité de leurs éléments.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. N. Dejean de Fonroque adresse une Note concernant des expériences faites à Bucharest sur les mouvements du pendule.

(Renvoi à l'examen de M. Bertrand.)

MM. B. de Brutelette et E. de Vicq adressent, pour le Concours du prix de La Fons-Mélicocq à décerner en 1874, un Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département de la Somme.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. N. Zinin, nommé Correspondant de la Section de Chimie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *F. Papillon*, portant pour titre « La nature et la vie »;

2° Un nouveau volume des « Merveilles de l'Industrie », par M. *L. Figuier* (verres, poteries, soudes, potasses, acide sulfurique, etc.).

3° Un nouveau volume des « Grandes usines de France », par M. *Turgan* (canons, poudres, etc.).

ANALYSE. — *Sur une réduction de l'équation à différences partielles du troisième ordre, qui régit les familles de surfaces susceptibles de faire partie d'un système orthogonal.* Note de M. **Maurice Levy**, présentée par M. O. Bonnet.

« Soit

(1) $$\rho = F(x, y, z)$$

l'équation d'une famille de surfaces. Posons, avec M. Lamé,

(2) $$\left[\left(\frac{d\rho}{dx}\right)^2 + \left(\frac{d\rho}{dy}\right)^2 + \left(\frac{d\rho}{dz}\right)^2\right]^{-\frac{1}{2}} = H.$$

» On sait, par un théorème bien connu dû à M. O. Bonnet, que, si les surfaces dont il s'agit sont susceptibles de faire partie d'un système orthogonal, leur paramètre ρ satisfait à une équation à différences partielles du troisième ordre; et, tout récemment, M. Cayley a mis cette équation sous la forme remarquable

(3) $$A\frac{d^2H}{dx^2} + A_1\frac{d^2H}{dy^2} + A_2\frac{d^2H}{dz^2} + B\frac{d^2H}{dy\,dz} + B_1\frac{d^2H}{dz\,dx} + B_2\frac{d^2H}{dx\,dy} = 0,$$

où les coefficients A_i et B_i s'expriment au moyen des dérivées partielles des deux premiers ordres de la fonction inconnue ρ, de telle sorte que l'équation est linéaire par rapport aux dérivées du troisième ordre de cette fonction.

» Je me propose de montrer que, par un changement de variables des plus simples, on peut, sans modifier la forme de l'équation (3), faire disparaître trois des six termes qu'elle contient.

» Il suffit pour cela de prendre pour fonction inconnue, au lieu du paramètre ρ, l'une des coordonnées rectilignes : z par exemple, et pour variables indépendantes x, y et ρ, au lieu de x, y et z.

» On pourrait déduire la nouvelle équation en z de l'équation (3); mais il est plus simple de l'établir directement.

» Soient Mx', My' les tangentes aux lignes de courbure de la surface ρ passant en un point M de l'espace, et Mz' la normale à cette surface. Dans un Mémoire inséré au *Journal de l'École Polytechnique* (*), nous avons montré que, si l'on prend pour un instant les lignes Mx', My', Mz' pour axes des x', des y' et des z', la condition pour que les surfaces ρ puissent

(*) XLIIIe cahier.

faire partie d'un système orthogonal, consiste simplement en ceci : qu'en chaque point M de l'espace on ait

$$\frac{d^2 H}{dx'\,dy'} = 0.$$

» Or, si m_1, n_1, p_1; m_2, n_2, p_2 sont les cosinus des angles que les lignes Mx' et My' font avec les axes des x, y, z; et si, pour abréger, on désigne par $H_x, H_y, H_z, H_{x^2}, \ldots$ les dérivées de la fonction H relativement aux variables x, y, z, on aura

$$\frac{dH}{dx'} = m_1 H_x + n_1 H_y + p_1 H_z.$$

» Regardons maintenant z et, par suite, H comme des fonctions de x, y, ρ. Nous désignerons par les notations ordinaires $\frac{dH}{dx}, \frac{dH}{dy}, \frac{dH}{dz}, \ldots$ les dérivées partielles de H relativement à ces nouvelles variables et par les lettres p, q, r, s, t les dérivées des deux premiers ordres de z par rapport aux variables x et y; nous aurons alors les formules de transformation

$$H_x = \frac{dH}{dx} - pH_z,$$

$$H_y = \frac{dH}{dy} - qH_z;$$

par suite, l'expression ci-dessus de $\frac{dH}{dx'}$ deviendra

$$\frac{dH}{dx'} = m_1 \frac{dH}{dx} + n_1 \frac{dH}{dy} - (pm_1 + qn_1 - p_1) H_z.$$

On aurait de même

$$\frac{dH}{dy'} = m_2 \frac{dH}{dx} + n_2 \frac{dH}{dy} - (pm_2 + qn_2 - p_2) H_z.$$

Or, d'après la signification même des lettres,

$$pm_1 + qn_1 - p_1 = 0,$$

$$pm_2 + qn_2 - p_2 = 0.$$

» En ayant égard à ces relations, on trouve immédiatement

$$(4)\quad \left\{ \begin{aligned} \frac{d^2H}{dx'\,dy'} = 0 = \Big\{ & m_1 m_2 \frac{d^2H}{dx^2} + (m_1 n_2 + n_1 m_2) \frac{d^2H}{dx'\,dy'} + n_1 n_2 \frac{d^2H}{dy^2} \\ & - [m_1 m_2 r + (m_1 n_2 + n_1 m_2) s + n_1 n_2 t]\, H_{z^2} \Big\}. \end{aligned} \right.$$

» D'ailleurs, l'équation différentielle des lignes de courbure, telle qu'on

l'écrit habituellement

$$(5)\qquad [pqt-(1+q^2)s]dy^2-[(1+q^2)r-(1+p^2)t]\,dx\,dy + [(1+p^2)s-pqr]dx^2=0,$$

donne

$$\frac{m_1 m_2}{pqt-(1+q^2)s}=\frac{m_1 n_2+n_1 m_2}{(1+q^2)r-(1+p^2)t}=\frac{n_1 n_2}{(1+p^2)s-pqr}=\frac{m_1 m_2 r+(m_1 n_2+n_1 m_2)s+n_1 n_2 t}{0};$$

donc

$$m_1 m_2 r+(m_1 n_2+n_1 m_2)s+n_1 n_2 t=0,$$

et l'équation (4) se réduit à

$$(6)\qquad \left\{\begin{aligned}&[pqt-(1+q^2)s]\frac{d^2\mathrm{H}}{dx^2}+[(1+q^2)r-(1+p^2)t]\frac{d^2\mathrm{H}}{dx\,dy}\\ &\qquad +[(1+p^2)s-pqr]\frac{d^2\mathrm{H}}{dy^2}=0.\end{aligned}\right.$$

» La fonction H qui en x, y, z est donnée par la relation (2), a ici pour expression

$$(7)\qquad \mathrm{H}=(p^2+q^2+1)^{-\frac{1}{2}}\frac{dz}{d\rho}=h^{-\frac{1}{2}}\frac{dz}{d\rho},$$

en désignant, pour abréger, par la lettre h la quantité p^2+q^2+1.

» L'équation (6), où H a la valeur (7), est l'équation à différences partielles du troisième ordre cherchée, à laquelle doit satisfaire une fonction $z=f(x, y, \rho)$, pour que les surfaces qu'elle représente puissent faire partie d'un système orthogonal. On voit qu'elle s'établit très-simplement, et, comme nous l'avons annoncé, tout en conservant la forme remarquable de l'équation (3) de M. Cayley, elle ne contient que trois termes au lieu de six. Pour la former, on peut d'ailleurs énoncer cette règle très-simple : Écrivez sous sa forme habituelle (5) l'équation des lignes de courbure en projection sur le plan des xy; remplacez-y

$$dx^2,\quad dx\,dy,\quad dy^2,$$

respectivement par

$$\frac{d^2(p^2+q^2+1)^{-\frac{1}{2}}\frac{dz}{d\rho}}{dx^2},\quad \frac{d^2(p^2+q^2+1)^{-\frac{1}{2}}\frac{dz}{d\rho}}{dx\,dy},\quad \frac{d^2(p^2+q^2+1)^{-\frac{1}{2}}\frac{dz}{d\rho}}{dy^2},$$

et vous aurez l'équation cherchée.

» Tandis que l'équation (3) en ρ contient toutes les dérivées du troisième ordre de cette fonction, l'équation (6) en z ne contient pas les trois

dérivées extrêmes :

$$\frac{d^3z}{d\rho^3}, \quad \frac{d^3z}{d\rho^2\,dx}, \quad \frac{d^3z}{d\rho^2\,dy}.$$

» Cela donne à la transformation que nous venons d'effectuer une certaine analogie avec celle qu'Ampère trouve si importante dans la théorie des équations à différences partielles du second ordre à trois variables. La quantité ρ a ici un rôle analogue à celui des variables appelées caractéristiques dans la théorie des équations à différences partielles à deux variables indépendantes, et même elle est analogue à une caractéristique *double*, puisque, outre la dérivée extrême $\frac{d^3z}{d\rho^3}$, elle fait disparaître les deux dérivées voisines $\frac{d^3z}{d\rho^2\,dx}$ et $\frac{d^3z}{d\rho^2\,dy}$.

» Si l'on fait

$$z = \rho + \varphi(x, y),$$

ce qui revient à chercher une surface S telle, qu'en la transportant parallèlement à elle-même suivant une direction fixe prise pour axe des z on engendre une famille de surfaces susceptibles de faire partie d'un système orthogonal, on aura $\frac{dz}{d\rho} = 1$, et l'équation (6) devient

$$[pqt - (1+q^2)s]\frac{d^2h^{-\frac{1}{2}}}{dx^2} + [(1+q^2)r - (1+p^2)t]\frac{d^2h^{-\frac{1}{2}}}{dx\,dy} + [(1+p^2)s - pqr)]\frac{d^2h^{-\frac{1}{2}}}{dy^2} = 0,$$

équation à différences partielles du troisième ordre, qui ne contient plus la variable ρ et régit toutes les surfaces S, jouissant de la propriété demandée.

» Si, pour abréger, on écrit cette équation sous la forme

$$A\frac{d^2h^{-\frac{1}{2}}}{dx^2} + B\frac{d^2h^{-\frac{1}{2}}}{dx\,dy} + C\frac{d^2h^{-\frac{1}{2}}}{dy^2} = 0,$$

son équation *caractéristique* sera, comme on le vérifie aisément :

$$Ap\left(\frac{dy}{dx}\right)^3 - (Aq + Bp)\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + (Bq + Cp)\frac{dy}{dx} - Cq = 0.$$

» Elle se décompose en les deux suivantes :

$$A\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 - B\frac{dy}{dx} + C = 0,$$

$$p\frac{dy}{dx} - q = 0,$$

dont la première est l'équation des lignes de courbure, et la seconde représente les lignes de plus grande pente de la surface relativement au plan des xy, c'est-à-dire au plan perpendiculaire à la direction suivant laquelle on doit faire la translation de la surface invariable S, pour obtenir un système de surfaces susceptibles de faire partie d'un système orthogonal. »

ASTRONOMIE. — *Sur les étoiles filantes de décembre.* Note de M. F. TISSERAND, présentée par M. Le Verrier.

« Dans la nuit du 10 au 11 décembre dernier, à l'Observatoire de Toulouse, nous avons constaté un maximum intéressant dans le nombre des étoiles filantes; ainsi, de $9^h 30^m$ à 10 heures, nous en avons compté 12; 13 de 10 heures à $10^h 30^m$, et 14 de $10^h 30^m$ à 11 heures. Ces étoiles étaient généralement très- faibles; de plus, le ciel était brumeux, de sorte que les observations étaient assez difficiles. Néanmoins, nous avons pu indiquer, sur une carte céleste, les trajectoires de 20 météores. Voici les ascensions droites et les déclinaisons des extrémités de la trajectoire visible :

Commencement.		Fin.	
Æ	D	Æ	D
°	°	°	°
99,5	+ 29,0	74,0	+ 33,0
91,5	+ 32,5	79,0	+ 28,0
89,0	+ 27,0	70,5	+ 19,0
92,5	+ 19,0	82,0	+ 9,0
72,5	+ 12,0	83,0	+ 19,0
88,0	+ 13,0	81,0	+ 7,0
96,0	+ 12,5	90,0	+ 2,0
112,0	+ 32,0	94,0	+ 29,0
109,0	+ 29,0	95,0	+ 27,0
110,5	+ 27,5	132,0	+ 36,0
121,0	+ 18,0	127,0	+ 8,0
119,0	+ 15,0	127,0	+ 4,0
95,0	+ 47,0	95,0	+ 58,0
237,0	+ 78,0	166,0	+ 77,5
103,0	+ 21,0	98,0	+ 12,0
82,0	— 2,0	77,0	— 8,0
69,0	— 2,5	62,5	— 10,0
51,0	0,0	38,0	— 8,0
85,0	— 14,0	81,0	— 21,0
103,0	+ 22,0	107,5	+ 17,0

» Nous avons représenté ces trajectoires sur une carte, qui résulte

de la perspective de la sphère céleste sur le plan tangent au zénith, à un moment donné, l'œil étant placé au centre de la sphère. On aperçoit aisément, à l'inspection de cette carte, que les étoiles divergent sensiblement d'un même point; nous avons trouvé, pour les coordonnées de ce point radiant,

$$Æ = 107^\circ, \qquad Ⓓ = +28^\circ.$$

» Nous espérions obtenir une détermination plus précise le lendemain, mais le ciel est resté constamment couvert, depuis la matinée du 12 décembre.

» L'essaim d'étoiles filantes, dont il vient d'être question, a été remarqué pour la première fois en 1864; en 1865, A.-S. Herschel avait trouvé, pour les coordonnées du point radiant,

$$Æ = 105^\circ, \qquad Ⓓ = +30^\circ. \text{ »}$$

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

ERRATA.

(Séance du 8 décembre 1873.)

Page 1367, ligne 18, *au lieu de*

$$(mx)_1 = \pi, \quad (mx)_2 = \pi, \ldots, \quad (mx)_k = \pi, \ldots,$$

lisez

$$(ml)_1 = \pi, \quad (ml)_2 = \pi, \ldots, \quad (ml)_k = k\pi, \ldots$$